

**Sistemas de Controlo Distribuído**  
**-Projeto Aplicado a uma Central de Cogeração**  
**- Estágio na Optieng**

Relatório de Estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre em  
Engenharia Eletrotécnica – Área de Especialização em Automação e  
Comunicações em Sistemas de Energia

**Autor**

**Gustavo Curto Azenha**

**Orientador**

**Doutor Fernando José Pimentel Lopes**

Professor do Departamento de Engenharia Eletrotécnica  
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

**Supervisor**

**Engenheiro João Lobato**

Optieng

**Coimbra, abril, 2017**



## AGRADECIMENTOS

A elaboração deste relatório não teria sido possível somente com a minha dedicação e esforço. Deste modo deixo os meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas e entidades que me apoiaram, acompanharam e incentivaram à conclusão do mesmo.

O meu sincero obrigado:

À minha família, que sempre me apoiou e pela sua paciência.

Ao meu Orientador Doutor Fernando Lopes, do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, pelo seu apoio e incentivo.

Ao Engenheiro João Lobato e Engenheiro Pedro Pinho da empresa de acolhimento a OPTIENG, por todo o conhecimento que me transmitiram, quer profissional quer pessoal assim como toda a equipa da OPTIENG. Muito Obrigado.

A todas estas pessoas que estiveram presentes nesta longa e proveitosa caminhada, o meu sincero obrigado.

*Gustavo Curto Azenha*





## RESUMO

Nos últimos anos, os Sistemas de Controlo Distribuído ou *Distributed Control Systems* (DCS) têm tido um grande crescimento e maturação da tecnologia, uma vez que a sua popularidade e fiabilidade têm crescido junto dos clientes mais exigentes no que diz respeito aos sistemas de controlo dos seus Processos Industriais.

Os Processos Industriais estão cada vez mais exigentes requerendo uma grande disponibilidade e flexibilidade de produção, reduzidos tempos de paragens, facilidade de expansão/crescimento futuro e relatórios diários de produção para a gestão. De modo a satisfazer as exigências mencionadas é necessário ter um sistema de controlo que responda a todas elas ao melhor custo. Os Sistemas de Controlo Distribuído são os sistemas de controlo modernos e que preenchem os requisitos referidos.

Este Relatório de Estágio enquadra-se na componente de estágio do plano de estudos do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e tem como principal objetivo uma apresentação dos conhecimentos e experiências adquiridos ao longo das várias atividades em que o aluno esteve envolvido no período de estágio na empresa Optieng, Lda- Otimização de Processos Industriais.

Neste relatório é apresentada uma visão geral sobre sistemas de controlo assim como uma descrição das suas partes constituintes, com base na aprendizagem do aluno no decorrer do seu estágio. Esta visão dos sistemas de controlo aqui descrita permite compreender os vários elementos que os integram e que são necessários para colocar em funcionamento um Sistema de Controlo Distribuído.

São apresentadas e detalhadas as diferentes fases de implementação de um Sistema de Controlo Distribuído em que o aluno esteve envolvido, nomeadamente no projeto, desenvolvimento de *software* de controlo e supervisão, teste e comissionamento, arranque e afinação. As diferentes fases do projeto do DCS são apresentadas e detalhadas com base no projeto de um DCS para uma Central de Cogeração em que o aluno participou.

Todo o trabalho de projeto e desenvolvimento do DCS foi executado nas instalações da Optieng em Portugal. Os testes, comissionamento e arranque foram realizados em França nas instalações do cliente, o que permitiu ao aluno ter uma experiência internacional muito valiosa, incluindo conhecer uma nova cultura e diferentes métodos de trabalho.

**Palavras-chave:** Sistemas de Controlo Distribuído, DCS, Automação e Controlo, Central de Cogeração.



## ABSTRACT

In recent years, Distributed Control Systems (DCS) technology has seen a great growth and maturation, once its popularity and reliability have grown with the most demanding customers when deploying the Control Systems of their Industrial Processes.

Industrial Processes become more demanding each day, requiring high availability and production flexibility, reduced downtime, ease to expand/future growth and daily production reporting to management. Modern control systems need to meet all the above requirements at the best cost. Distributed Control Systems are the most modern control systems that can meet all the mentioned requirements at an interesting cost.

This Internship Report presents the work carried out during a curricular internship included in the Master in Electrical Engineering. Its main goal is to present the knowledge and experiences acquired by the student, when participating in the different activities he was involved, during the internship period at Optieng, Lda - Optimização de Processos Industriais.

This report presents an overview of control systems as well as a description of their constituent parts, based on the student learning in the course of his internship. The view of the control systems described herein allows one to understand the various elements that integrate and that are necessary to implement a Distributed Control System.

The different phases of implementation of a Distributed Control System in which the student was involved, namely in the design, development of control and supervision software, test and commissioning, start-up and tuning are presented and detailed. The different phases of the DCS project are presented and detailed based on the design of a DCS for a cogeneration plant in which the student participated.

All DCS design and development work was performed at Optieng's facilities in Portugal. The tests, commissioning and start-up were carried out in France at the client's premises. This allowed the student to have a very valuable international experience, including knowing a new culture and different working methods.

**Key-words:** Distributed Control Systems, DCS, Automation and Control, Cogeneration Plant.



# ÍNDICE

AGRADECIMENTOS .....	i
RESUMO .....	iii
ABSTRACT .....	v
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
ÍNDICE DE TABELAS .....	xiii
SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS .....	xv
1 Introdução.....	1
1.1 Motivação e Enquadramento .....	1
1.2 Apresentação da Empresa .....	2
1.3 Objetivos do Estágio .....	3
1.4 Organização do Relatório .....	4
2 Sistemas de Controlo Industrial .....	5
2.1 Variáveis de Entrada: Sensores e Módulos de Entradas .....	5
2.2 Variáveis de Saída: Módulos de Saídas e Atuadores.....	8
2.3 Processamento: CPU, Variáveis de Entrada e Variáveis de Saída .....	10
2.4 Supervisão nos Sistemas de Controlo .....	13
2.5 Redes de Comunicação Industrial.....	14
2.6 Sistemas de Controlo Distribuído .....	16
3 Projeto DCS para Central de Cogeração a Biomassa.....	21
3.1 Projeto do <i>Hardware</i> .....	23
3.1.1 Arquitetura do DCS para a Central de Cogeração a Biomassa .....	27
3.1.2 Projeto e Desenho dos Armários Constituintes do DCS .....	31
3.2 <i>Software</i> de Controlo e Supervisão do Processo .....	36
3.2.1 <i>Software</i> de Controlo .....	37
3.2.2 <i>Software</i> de Supervisão .....	44
3.2.3 Exemplo de Desenvolvimento do <i>Software</i> de Controlo e Supervisão .....	53
3.3 Testes de Aceitação de Fábrica.....	62
3.4 Comissionamento, Arranque e Afinação da Central.....	63
3.4.1 Teste das Variáveis de E/S do DCS.....	63
3.4.2 Arranque em Vazio e Afinação .....	64

3.4.3	Arranque em Carga e Afinação.....	65
4	Conclusões.....	71
4.1	Sugestões para Projetos DCS Futuros .....	72
	Referências Bibliográficas .....	73
	Anexos .....	75
	Anexo I – <i>Datasheets</i> de um transmissor analógico passivo do fabricante Hendress+Hauser, um transmissor ativo do fabricante FLOW TECHNOLOGY e um datasheet de um sensor indutivo do fabricante IFM.....	77
	Anexo II – <i>Datasheets</i> exemplo para um variador de velocidade do fabricante Siemens e de uma válvula de controlo da SAMSON. ....	79
	Anexo III – Folha de características do CPU S7-1200 .....	81
	Anexo IV – Manuais de características técnicas de PLC, módulos de E/S, OLM e <i>switch</i> de rede.....	83
	Anexo V Relatório do <i>Loop Auto Tuner</i> .....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Organização da Optieng por área de negócio [4].....	3
Figura 1.2: Certificado de qualidade da Optieng [4]. ....	3
Figura 2.1: Diagrama de princípio de um sistema de controlo.....	5
Figura 2.2: Exemplo de variáveis de entrada binárias adquiridas por interruptor fim de curso e sensor indutivo ligadas a um módulo de entradas. ....	6
Figura 2.3: Estado binário de uma entrada digital em função da tensão recebida. ....	6
Figura 2.4: Relação linear da corrente em função da temperatura. ....	7
Figura 2.5: Exemplo de variáveis de entrada analógicas adquiridas por transmissor analógico passivo e ativo, ligadas a um módulo de entradas. ....	7
Figura 2.6: Exemplo de variáveis de saída binárias e respetiva ligação com atuadores. ....	8
Figura 2.7: Relação linear da abertura da válvula em função da corrente.....	9
Figura 2.8: Exemplo de variáveis de saída analógicas e respetiva ligação com atuadores. ....	10
Figura 2.9: Esquema de interface do CPU com as variáveis de entrada e saída. ....	11
Figura 2.10: CPU S7-1200 da Siemens com módulos E/S integrados.....	11
Figura 2.11: CPU S7-1200 da Siemens com módulos E/S integrados e barramento externo para interface com módulos E/S.....	12
Figura 2.12: CPU S7-1200 da Siemens com módulos E/S integrados, barramento externo para interface com módulos E/S e comunicação industrial Profibus para interface com os módulos E/S distribuídos. ....	12
Figura 2.13: Exemplo de imagem na supervisão.....	13
Figura 2.14: Diagrama de princípio de interação da supervisão com o CPU e variáveis de entrada e saída. ....	14
Figura 2.15: Interface de vários elementos de um Sistema de Controlo Industrial com Redes de Comunicação Industrial. ....	15
Figura 2.16: Exemplo de princípio da arquitetura do DCS da Valmet [5].....	17
Figura 2.17: Exemplo de um sistema de controlo constituído por PLCs e <i>software</i> SCADA [16]. ....	18
Figura 3.1: Imagem ilustrativa do princípio de funcionamento de uma central de cogeração a biomassa [1].....	21
Figura 3.2: Excerto de uma das listas de sinais a ligar ao sistema de controlo. ....	24
Figura 3.3: Excerto de uma das listas de variáveis E/S a ligar ao DCS por comunicações industriais. ....	24
Figura 3.4: Excerto de uma das lista de variáveis E/S a ligar ao DCS por cabos. ....	24
Figura 3.5: Exemplo de utilização de cabos multicondutor. ....	26

Figura 3.6: Arquitetura do DCS para a Central Cogeração a Biomassa. ....	30
Figura 3.7: Desenho do armário “CCB001, Armoire ES1”. ....	32
Figura 3.8: Pormenor exemplo das régua de bornes instaladas na Área (4). ....	33
Figura 3.9: Excerto do esquema elétrico unifilar das alimentações elétricas do armário “CCB001, Armoire ES1”. ....	34
Figura 3.10: Armário “CCB001, Armoire ES1”, excerto da lista de “Cross-Connection”. ...	35
Figura 3.11: Excerto de um diagrama de processo e instrumentação. ....	39
Figura 3.12: Excerto da lista de E/S referente ao excerto do diagrama de processo e instrumentação da Figura 3.11. ....	39
Figura 3.13: “Template “ para motores pertencentes a um grupo definido na Etapa 2. ....	41
Figura 3.14: Base de dados da ferramenta utilizada para programação. ....	43
Figura 3.15: P&ID do reservatório de água e bombas de alimentação de água à caldeira. ....	46
Figura 3.16: Imagem do processo de alimentação de água da caldeira. ....	47
Figura 3.17: Janelas de Equipamento “Loop Window” da bomba de alimentação de água 1. ....	48
Figura 3.18: Janela de monitorização “Monitor Window” da bomba de alimentação de água 1. ....	49
Figura 3.19: Exemplo de uma imagem de engenharia para afinação do processo. ....	50
Figura 3.20: Exemplo de histórico das variáveis de processo. ....	51
Figura 3.21: Exemplo de pagina de bloqueios da bomba. ....	52
Figura 3.22: Exemplo de página de alarmes e ocorrências. ....	52
Figura 3.23: Resumo da descrição funcional das bombas de alimentação de água à caldeira (parte 1 de 2). ....	53
Figura 3.24: Resumo da descrição funcional das bombas de alimentação de água à caldeira (parte 2 de 2). ....	54
Figura 3.25: “Loop Window” da bomba de alimentação de água 1 “B4LAC12GP001”. ....	55
Figura 3.26: Pormenor da interface com instruções lógicas específicas de cada equipamento. ....	55
Figura 3.27: Exemplo do <i>software</i> de controlo para a redundância das bombas. ....	56
Figura 3.28: Exemplo do <i>software</i> de supervisão para a redundância das bombas. ....	56
Figura 3.29: Exemplo do <i>software</i> de controlo dos encravamentos da bomba B4LAC11GP001. ....	57
Figura 3.30: Exemplo <i>software</i> de supervisão dos encravamentos da bomba “B4LAC11GP001”. ....	58
Figura 3.31: Exemplo do <i>software</i> de controlo do controlador PID “PICB4LAB20BP001”, usado para controlo da diferença de pressão. ....	59



Figura 3.32: Exemplo do <i>software</i> de supervisão “ <i>Loop Window</i> ” do controlador PID “PICB4LAB20BP001”, usado para controlo da diferença de pressão. ....	60
Figura 3.33: Cálculo da diferença de pressão “PY11”. ....	60
Figura 3.34: Exemplo do <i>software</i> de supervisão para definir o valor mínimo de velocidade das bombas de alimentação de água. ....	60
Figura 3.35: Exemplo do <i>software</i> controlo para definir o valor mínimo de velocidade das bombas de alimentação de água. ....	61
Figura 3.36: Excerto da imagem da Figura 3.16 com as identificações de equipamentos. ....	61
Figura 3.37: “ <i>Tuning</i> ” do PID “PICB4LAB20BP001” por “Tentativa e Erro”. ....	66
Figura 3.38: “ <i>Tuning</i> ” do PID “PICB4LAB20BP001”, oscilações resultantes dos distúrbios introduzidos. ....	67
Figura 3.39: Cálculo dos parâmetros dos PID em “ <i>Loop Aberta</i> ” [12].....	68
Figura 3.40: “ <i>Tuning</i> ” do PID “PICB4LAB20BP001”, resultado em “ <i>Loop Aberta</i> ”.....	68
Figura 3.41: “ <i>Tuning</i> ” do PID “PICB4LAB20BP001”, resultado com o <i>software</i> “ <i>Loop Auto Tuner</i> ”. ....	69



**ÍNDICE DE TABELAS**

Tabela 3. 1 : Ganhos experimentados no método de “ <i>Tuning</i> ” "Tentativa e Erro”.....	67
Tabela 3. 2 : Resultados dos testes em “ <i>Loop Aberta</i> ”.....	68
Tabela 3. 3 : Análise dos resultados obtidos na figura 3.32. ....	69



## **SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS**

**A** – ampere

**AC** – *Alternate Current*

**AI** – *Analog Input*

**AO** – *Analog Output*

**BUS** – Rede de Comunicação Industrial

**°C** – Graus Centígrados

**CPUs** – *Central Processing Units* (Unidade Central de Processamento)

**DCS** - *Distributed Control System*

**DI** – *Digital Input*

**DO** – *Digital Output*

**EA** – Entrada Analógica

**ED** – Entrada Digital

**E/S** – Entrada/Saída

**FAT** – *Factory Acceptance Tests*

**I/O** – *Input/Output*

**Kp** – *Proportional Term*

**mA** – miliampere

**PID** – *Proportional Integral and Derivative Controller*

**PLC** – *Programmable Logic Controller*

**SA** – Saída Analógica

**SCADA** - *Supervisory Control and Data Acquisition*

**SD** – Saída Digital

**SIS** – *Système Instrumenté de Sécurité*

**TAG** – *Identification Label*

**Ti** – *Integral Term*

**V** – volt



# 1 Introdução

O aumento da necessidade de existência de informação industrial em tempo real, exige o desenvolvimento de sistemas com capacidade de receber, processar e disponibilizar informação em intervalos de tempo muito reduzidos, da ordem dos milissegundos.

Assim, com a descentralização dos sistemas e equipamentos na indústria, e com a integração das redes de comunicações industriais, na década de 1970 aparecem os Sistemas de Controlo Distribuído ou *Distributed Control Systems* (DCS). Estes são de momento os sistemas de controlo mais modernos e que melhor respondem às necessidades da indústria, especialmente indústria com alguma dimensão.

Desde então, devido à sua grande capacidade e flexibilidade, os DCS têm aumentado a sua popularidade, sendo que na atualidade em muitas aplicações são preferidos em relação aos sistemas de automação constituídos por soluções utilizando Controladores Lógicos Programáveis (PLCs) e Sistemas de Supervisão, Controlo e Aquisição de Dados (SCADA).

O aumento desta preferência por parte dos clientes levou a que hoje em dia existam várias marcas (Valmet, Honeywell, Rosemont, Yokogawa, Emerson,...) que comercializem sistemas DCS previamente estudados e concebidos para se adaptarem às diferentes exigências dos mais variados mercados e serem assim implementados de forma muito eficiente.

Com o objetivo individual de adquirir conhecimentos sobre o funcionamento dos Sistemas de Controlo Distribuído e da forma como são aplicados na realidade industrial, o aluno definiu os seus objetivos pessoais para o estágio, tendo sido integrado na Equipa de Engenharia da empresa **Optieng**, que atua na área do projeto e implementação de sistemas DCS, e onde foi ativamente envolvido num projeto DCS da Valmet para uma Central de Cogeração a instalar em França.

## 1.1 Motivação e Enquadramento

O presente trabalho é enquadrado no Mestrado em Engenharia Eletrotécnica ministrado pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC).

No decorrer da componente curricular o aluno conheceu o termo *Distributed Control Systems* (DCS) o que despertou total interesse em conhecer e especializar nos DCS.

O aluno motivado em adquirir um conhecimento profundo e especializado nestes sistemas de controlo, decidiu realizar um estágio curricular somente enquadrado em Sistemas de Controlo Distribuído, de modo a ser capaz de saber:

- O que são?
- Como funcionam?
- Como se projetam?
- E como se implementam?

## 1.2 Apresentação da Empresa

Neste subcapítulo é dado a conhecer a empresa de acolhimento do aluno.

A história da Optieng iniciou-se no dia 02 de abril de 2007 com dois sócios fundadores tal como apresentado no excerto seguinte:

*“A Optieng é oficialmente formalizada a 02 de abril de 2007 tendo como sócios fundadores os Eng.º Carlos Gomes da Costa e João Lobato.*

- *Carlos Gomes da Costa trabalhou ao longo de 3 décadas na área industrial.*
- *João Lobato durante os últimos 30 anos envolveu-se ativamente em projetos de automação e controlo, nomeadamente para as indústrias da Energia em Centrais Termoelétricas na África do Sul e da Celulose em Portugal” [4].*

A Optieng, Lda. – Otimização de Processos Industriais, está sediada na Zona industrial de Taboeira, Lote 31B-Taboeira, 3800-055 Aveiro, Portugal e tem como visão:

*“Otimizar os Processos Industriais para tornar os nossos clientes mais bem-sucedidos.*

- *Identificar oportunidades de melhoria das instalações e processos produtivos.*
- *Apresentar soluções e equipamentos de fabricantes credíveis internacionalmente.*
- *Apoiar o cliente 24 horas, 365 dias no ano” [4].*

Para além da sua visão a empresa baseia-se nos seguintes objetivos:

*“Apoio a Projetos de Otimização de Processos Industriais.*

- *Fornecimento de soluções e equipamentos para melhoria da qualidade e produtividade fabril das empresas.*
- *Representação no mercado Ibérico de empresas com know-how específico em áreas industriais diversas.*
- *Criação de Serviços de Consultoria e Engenharia para suporte técnico aos projetos de Otimização Industrial.*
- *Criação de Serviços de apoio ao cliente, pós-venda.*
- *Criação de Serviços de Engenharia de apoio ao cliente em contractos de manutenção” [4].*

Para atingir os seus objetivos a Optieng está organizada em diferentes áreas de negócio, o que permite manter um amplo conhecimento de soluções industriais e assim dar resposta aos requisitos e necessidades dos seus clientes.



Sistemas e Soluções	Engenharia	Energia e Ambiente
Controlo Distribuído - DCS	Sistemas Pneumáticos	Processamento de Madeira
Sistemas de Segurança - SIL3	Sistemas de Lavagem	Tratamento de Resíduos
Sistemas de Gestão - ERP	Carga de Contentores	Triagem de Resíduos
Controlo de Qualidade	Transporte de Cargas Suspensas	Sistemas Óleo Hidráulica

**Figura 1.1: Organização da Optieng por área de negócio [4].**

Na Figura 1.1 são apresentadas as principais áreas de negócios em que a Optieng desenvolve atividade, sendo que o aluno integra-se na área Sistemas e Soluções, Controlo Distribuído-DCS. Com o objetivo de reforçar a sua posição perante os clientes e qualidade das soluções apresentadas, a Optieng é certificada pela TÜVRheinland segundo a Norma ISO 9001:2008.



**Figura 1.2: Certificado de qualidade da Optieng [4].**

### 1.3 Objetivos do Estágio

O presente estágio teve como principal objetivo, dotar o aluno de conhecimento prático sobre os Sistemas de Controlo Distribuído utilizados na indústria, de modo a que o aluno tenha respostas às questões que o motivaram a fazer um estágio totalmente dedicado os sistemas DCS.

Para responder às questões do aluno, e em relação aos Sistemas de Controlo Distribuído, o objetivo do estágio é aprender a:

- Dimensionar.
- Projetar.
- Programar.
- Configurar.
- Testar.
- Colocar em funcionamento.
- Afinar.

Para atingir os objetivos acima mencionados, o aluno participou ativamente em todas as fases de um projeto DCS para controlo de uma central de Cogeração em França.

## 1.4 Organização do Relatório

Este Relatório de Estágio está dividido em sete capítulos, tal como se sintetiza seguidamente:

- O Capítulo 1 contém a introdução ao projeto associado ao estágio, a sua contextualização, os objetivos, as metas a atingir, uma apresentação da empresa acolhedora e a organização do documento.
- O Capítulo 2 contém uma introdução aos sistemas de controlo industriais.
- O Capítulo 3 apresenta as várias etapas de desenvolvimento de um projeto DCS, com um exemplo prático do projeto da uma central de cogeração.
- O Capítulo 4 apresenta a conclusão sobre projetos DCS e uma pequena comparação entre os DCSs comerciais e os sistemas constituídos com PLCs e *Software* SCADA. Apresenta ainda sugestões e ideias a ter em conta em projetos futuros de DCS tendo em conta a experiência adquirida com o projeto da Central de Cogeração apresentado.
- O final deste Relatório de Estágio inclui as referências bibliográficas e os vários anexos mencionados ao longo dos capítulos anteriores.

## 2 Sistemas de Controlo Industrial

Sistemas de Controlo são sistemas utilizados para tomar decisões previamente programadas, de forma autónoma e contínua.

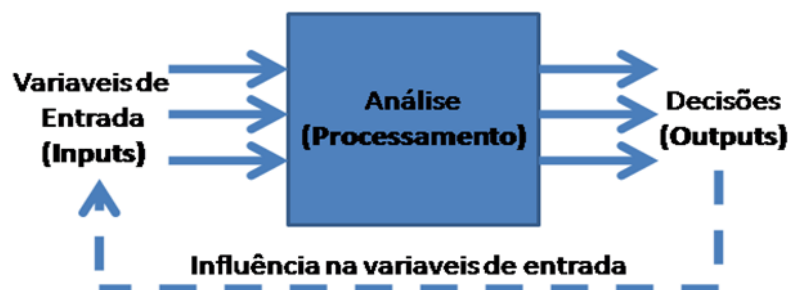


Figura 2.1: Diagrama de princípio de um sistema de controlo.

A Figura 2.1 apresenta o princípio de um sistema de controlo, sendo este constituído por três elementos principais (Variáveis de Entrada ou *Inputs*, Processamento, e Decisões ou *Outputs*) interligados entre si, em que o processamento analisa as variáveis de entrada e toma decisões em função das instruções e algoritmos programados.

Ao longo da história, os sistemas de controlo em geral mantêm como base os três elementos apresentados na Figura 2.1, sendo que os equipamentos constituintes destes elementos têm sido alvo de constante evolução e modernização em função do estado da tecnologia.

Neste capítulo será feita uma introdução geral aos sistemas de controlo industrial explicando principalmente cada um dos três elementos acima referidos, assim como os meios físicos de comunicação utilizados para a interligação desses elementos. É ainda introduzido o conceito de supervisão nos sistemas de controlo industriais, sendo por fim apresentados os sistemas de controlo numa perspetiva da integração dos elementos que os constituem e da supervisão, uma vez que esta é a arquitetura atualmente utilizada na indústria.

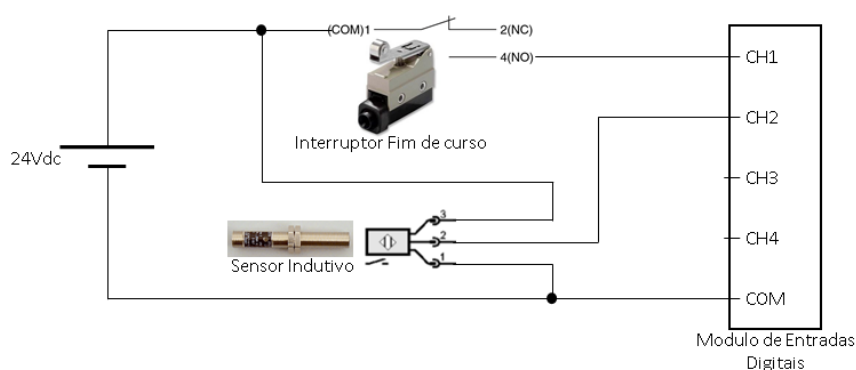
### 2.1 Variáveis de Entrada: Sensores e Módulos de Entradas

As variáveis de entrada são informações obtidas por meio de sensores e que permitem conhecer o estado do processo a controlar assim como a sua evolução temporal, sendo divididas em dois grupos, as variáveis de entrada binárias e as variáveis de entrada analógicas.

#### Variáveis de entrada binárias

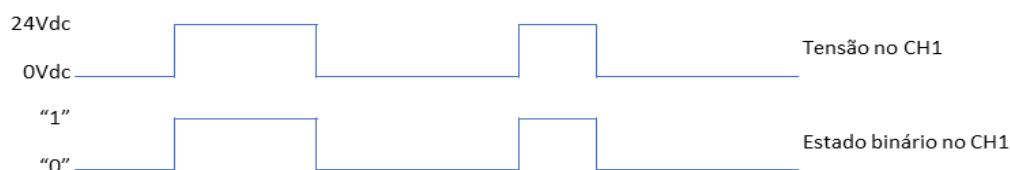
Num sistema de controlo industrial as variáveis de entrada binárias são conhecidas por Entradas Digitais (ED) do Inglês “*Digital Inputs*” (DI). Estas fornecem informação de um estado do processo a controlar como por exemplo “desligado/ligado” e geralmente no estado desligado a ED apresenta o valor binário “zero (0)” e no estado ligado apresenta o valor binário “um (1)”.

As ED funcionam em tensão tendo como valores mais comuns 0-24 Vdc, 0-12 Vdc, 0-230 Vac e 0-110 Vac. De modo geral a ausência de tensão “0 V” corresponde ao estado binário “0” e a presença de tensão “24 Vdc, 12 Vdc, 230 Vac ou 110 Vac” corresponde ao estado binário “1”.



**Figura 2.2: Exemplo de variáveis de entrada binárias adquiridas por interruptor fim de curso e sensor indutivo ligadas a um módulo de entradas.**

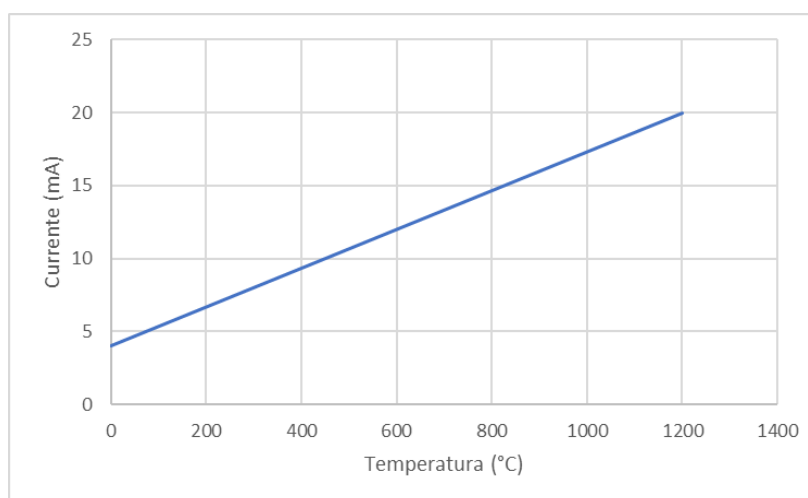
Na Figura 2.2 é apresentado um esquema elétrico de princípio em que duas ED são adquiridas, uma por um sensor indutivo e outra por um interruptor fim de curso, e ligadas a um módulo de entradas no Canal 2 (CH2) e no Canal 1 (CH1) respetivamente. Analisando o circuito verifica-se que sempre que o fim de curso ou o sensor indutivo são atuados, CH1 e CH2 recebem uma tensão de 24 Vdc. Esta tensão no módulo de entradas é interpretada como um sinal binário no estado “1”. Assim que os sensores deixam de atuar o CH1 e o CH2 deixam de receber tensão, correspondendo a “0 Vdc”, o estado binário interpretado como um “0”, tal como exemplificado na Figura 2.3 para o CH1.



**Figura 2.3: Estado binário de uma entrada digital em função da tensão recebida.**

### **Variáveis de entrada analógicas**

Conhecidas por Entradas Analógicas (EA) do Inglês “*Analog Inputs*” (AI), estas fornecem informação de uma grandeza que quantifica ou qualifica o processo a controlar como por exemplo a temperatura, pressão e caudal do vapor à saída de uma caldeira. As EA em geral funcionam numa escala linear de corrente (0-20 mA ou 4-20 mA) ou numa escala linear de tensão (0-10 V), em que o valor mínimo da escala em corrente ou tensão corresponde ao valor mínimo da grandeza e o valor máximo da escala de corrente ou tensão corresponde ao valor máximo da grandeza. Por exemplo, a temperatura do vapor pode variar entre 0 °C e 1200 °C, que sendo transmitida através de um sinal analógico em corrente de 4-20 mA, obtém-se o resultado apresentado no gráfico da Figura 2.4.



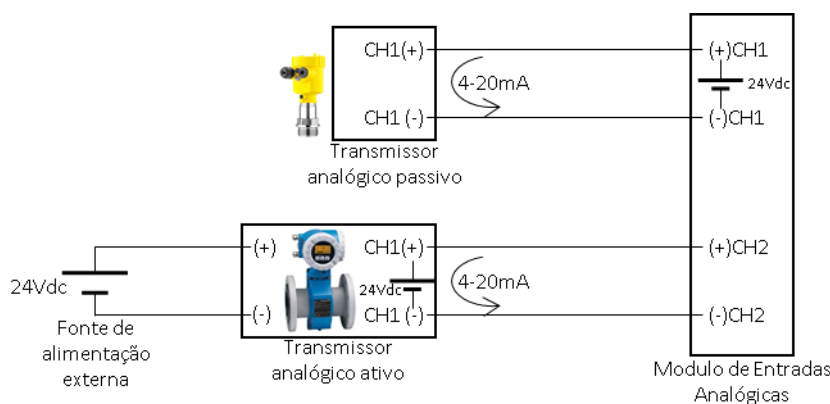
**Figura 2.4: Relação linear da corrente em função da temperatura.**

A relação linear apresentada na Figura 2.4 é programada nas instruções a processar, para que todas as instruções programadas no processamento, que utilizam esta temperatura, sejam processadas na unidade da grandeza a medir, no caso da Figura 2.4 a temperatura em °C.

Nas variáveis analógicas é aconselhável usar a escala linear em corrente de 4-20 mA, uma vez que esta escala permite identificar falhas/avarias na medida quer no limite inferior quando o sinal elétrico apresenta uma corrente inferior a 4 mA quer no limite superior quando o sinal elétrico apresenta uma corrente superior a 20 mA. Nas escalas 0-20 mA e 0-10 V apenas é possível identificar falhas no limite superior.

As EA podem ainda ser divididas em dois grupos. As EA passivas, quando o instrumento não fornece a tensão ao circuito de medição de corrente sendo, de um modo geral, os módulos de entradas o equipamento ativo que fornece o sinal de tensão. As EA ativas, quando o instrumento fornece o sinal de tensão ao circuito de medição de corrente, onde os módulos de entradas passam a ser equipamento passivo e não fornecem tensão.

À semelhança do esquema elétrico da Figura 2.2, as EA são adquiridas por meio de sensores ou instrumentos e ligadas a módulos de entradas.



**Figura 2.5: Exemplo de variáveis de entrada analógicas adquiridas por transmissor analógico passivo e ativo, ligadas a um módulo de entradas.**

Na Figura 2.5 é apresentado um esquema elétrico de princípio para a ligação e aquisição de variáveis analógicas. Do esquema pode-se observar que o circuito de corrente 4-20 mA está sempre ligado aos módulos de entradas, o que permite ao sistema de controlo medir a corrente em função da variação da grandeza física, utilizando um diagrama semelhante ao da Figura 2.4, a relação do valor da corrente com o valor da grandeza física.

Como mencionado anteriormente, na Figura 2.5 pode confirmar-se que o transmissor ativo fornece a tensão ao circuito de corrente enquanto o transmissor passivo não fornece tensão ao circuito de corrente.

No Anexo I encontram-se secções dos *datasheets* de um transmissor analógico passivo do fabricante Hendress+Hauser, um transmissor ativo do fabricante FLOW TECHNOLOGY e um *datasheet* de um sensor indutivo do fabricante IFM.

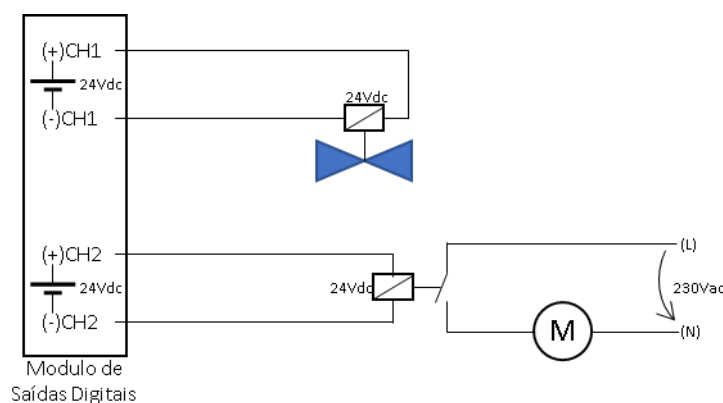
## 2.2 Variáveis de Saída: Módulos de Saídas e Atuadores

As variáveis de saída são referências ou comandos para atingir um objetivo no processo. Estas resultam das instruções programadas em função das variáveis de entrada. Assim como as variáveis de entradas as variáveis de saída são divididas em dois grupos, as variáveis de saída binárias e as variáveis de saída analógicas.

### Variáveis de saída binárias

Num sistema de controlo industrial as variáveis de saída binárias são conhecidas por Saídas Digitais (SD) do Inglês “*Digital Outputs*” (DO). Estas enviam comandos de comutação de estado para o processo a controlar como por exemplo “parar/arrancar” e geralmente no estado “parar” a SD apresenta o valor binário “zero (0)” e no estado “arrancar” a SD apresenta o valor binário “um (1)”.

As SD funcionam em tensão tendo como valores mais comuns 0-24 Vdc, 0-12 Vdc, 0-230 Vac e 0-110 Vac. De um modo geral o estado binário “0” corresponde a retirar a tensão correspondendo por isso a “0 V” ou abrir um contacto elétrico, enquanto o estado binário “1” corresponde à ativação de um valor de tensão de “24 Vdc, 12 Vdc, 230 Vac ou 110 Vac” ou a fechar um contacto elétrico.



**Figura 2.6: Exemplo de variáveis de saída binárias e respetiva ligação com atuadores.**

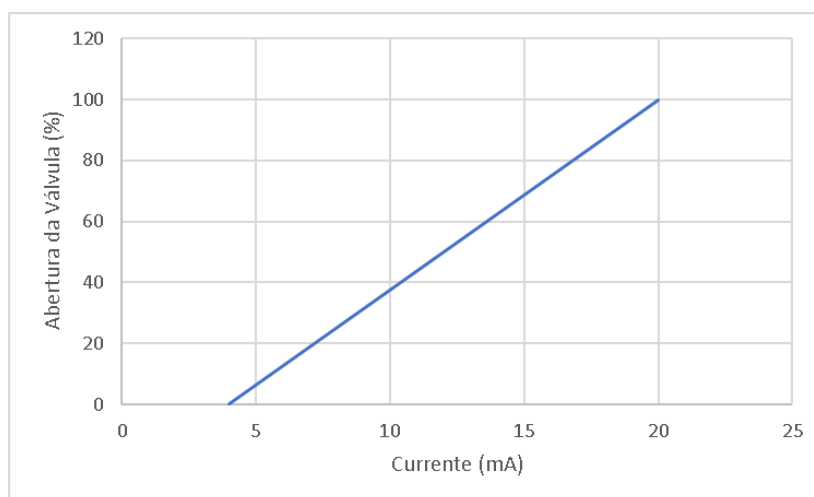
No esquema elétrico da Figura 2.6, duas SD estão ligadas aos respectivos atuadores, válvula e motor, por meio dos canais CH1 e CH2 respectivamente. Analisando eletricamente o circuito da Figura 2.6, verifica-se que ao colocar uma tensão de 24 Vdc nos terminais do CH1 a electroválvula vai mudar de estado, e que sendo esta normalmente fechada, passa para o estado aberta. No CH2, quando existir uma tensão de 24 Vdc o contactor atua, sendo fornecidos 230 Vac ao motor entrando este em marcha.

A tensão nos canais dos módulos de saídas digitais, CH1 e CH2, está relacionada com o estado das variáveis de saída binárias, seguindo uma relação igual à exemplificada na Figura 2.3 para as variáveis de entrada binárias.

### **Variáveis de saída analógicas**

Conhecidas por Saídas Analógicas (SA) do Inglês “*Analog Outputs*” (AO), são referências enviadas para atuadores analógicos que têm a capacidade de ajustar o seu estado numa escala de grandeza, como por exemplo uma válvula de controlo que pode variar o seu estado entre 0 % e 100 % de abertura, ou um motor que pode rodar entre uma velocidade de 0 a 1500 rpm.

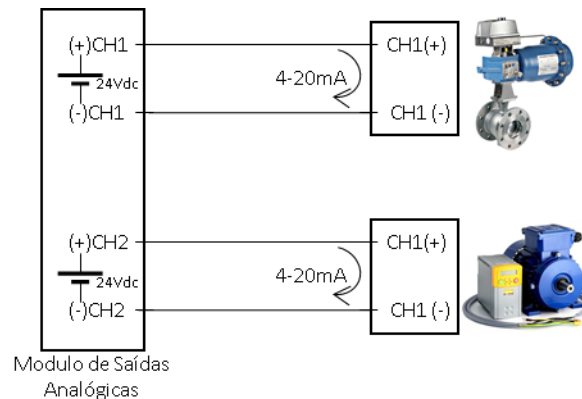
Também como as EA, as SA em geral funcionam numa escala linear de corrente (0-20 mA ou 4-20 mA) ou uma escala linear de tensão (0-10 V), em que o valor mínimo da escala em corrente ou tensão corresponde ao valor mínimo da referência e o valor máximo da escala de corrente ou tensão corresponde ao valor máximo da referência. Por exemplo a abertura da válvula do vapor varia entre 0 % e 100 %, se transmitido num sinal de saída analógico em corrente numa escala de 4-20 mA obtém-se a relação linear apresentada no gráfico da Figura 2.4.



**Figura 2.7: Relação linear da abertura da válvula em função da corrente.**

Também como as variáveis de entrada analógicas, a relação linear apresentada na Figura 2.7 é programada nas instruções a processar, sendo também aconselhável usar a escala linear em corrente de 4-20 mA, uma vez que esta escala permite identificar falhas/avarias dos sinais analógicos quer no limite inferior quando o sinal elétrico apresenta uma corrente inferior a 4 mA ou no limite superior quando o sinal elétrico apresenta uma corrente superior a 20 mA. Nas escalas 0-20 mA e 0-10 V apenas é possível identificar falhas no limite superior.

As variáveis de saída analógicas, à semelhança das SD são enviadas para os equipamentos a atuar por meio de módulos de saídas analógicas.



**Figura 2.8: Exemplo de variáveis de saída analógicas e respetiva ligação com atuadores.**

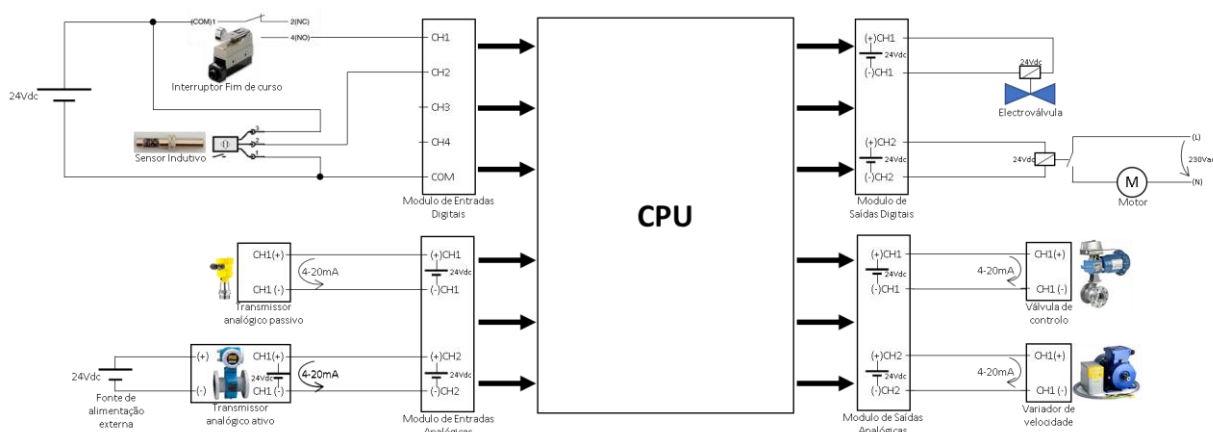
No esquema elétrico da Figura 2.8, duas SA são ligadas aos respetivos atuadores, válvula de controlo e variador de velocidade do motor, por meio dos canais CH1 e CH2, respetivamente. Os atuadores, válvula de controlo e variador de velocidade, recebem uma referência em corrente, 4-20 mA, para alterarem o seu estado de funcionamento segundo uma relação linear, programada, como apresentado na Figura 2.7.

No Anexo II encontram-se secções dos *datasheets* exemplo para um variador de velocidade do fabricante Siemens e de uma válvula de controlo do fabricante SAMSON.

## 2.3 Processamento: CPU, Variáveis de Entrada e Variáveis de Saída

O processamento é a componente dos Sistemas de Controlo Industriais onde as instruções de funcionamento do sistema a controlar são executadas, em geral, em tempo real. As instruções alteram o estado das variáveis de saída em função das variáveis de entrada, com o objetivo de manter o processo industrial num estado de funcionamento autónomo e ótimo. Por exemplo, sendo a saída do transmissor analógico passivo na Figura 2.9 uma medida de nível de um tanque de água, o motor o acionamento da bomba que coloca água no tanque e o variador de velocidade o dispositivo que regula a velocidade do motor, pode então ser programada uma instrução no CPU que, quando o nível no tanque é baixo o motor arranca com uma certa velocidade e quando o nível do tanque é alto o motor para. Pode-se também programar uma instrução em que é necessário manter o nível do tanque a 70 % da sua capacidade. Assim, quando o nível é menor que 70 % o motor aumenta a sua velocidade e quando o nível é superior a 70 % o motor reduz a sua velocidade, até se encontrar uma velocidade constante em que o nível se mantenha sempre a 70 %.



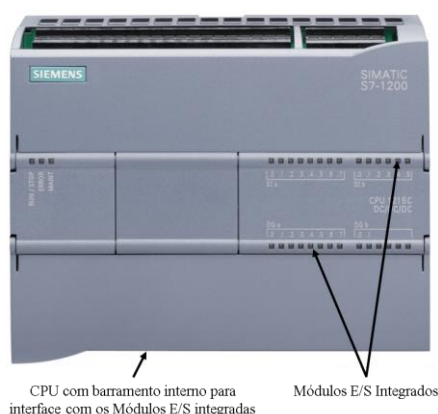


**Figura 2.9: Esquema de interface do CPU com as variáveis de entrada e saída.**

A Figura 2.9 apresenta um CPU ligado a um módulo de entradas digitais, um módulo de entradas analógicas, um módulo de saídas digitais e um módulo de saídas analógicas em que a interface do CPU com os módulos de E/S é representada pelas três setas. Nos sistemas de controlo industriais atuais a interface entre o CPU e os módulos E/S pode ter várias configurações e utilizar diferentes tecnologias, destacando-se:

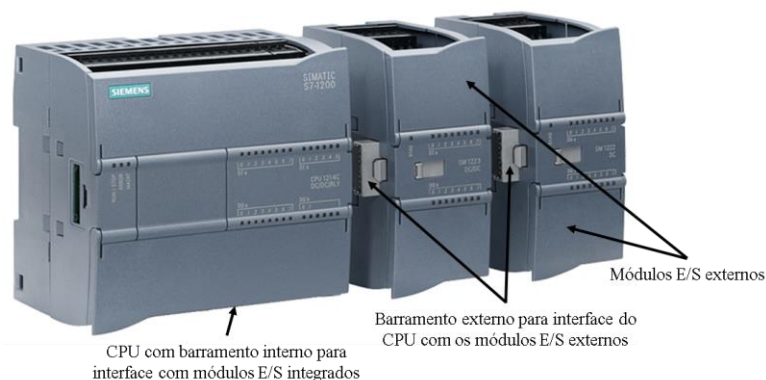
- Barramento interno onde a interface do CPU com os módulos E/S é única e integrada.
- Barramento externo em que a interface do CPU com os módulos E/S é flexível, mas integrada no mesmo barramento.
- Comunicações Industriais onde a interface do CPU com os módulos E/S é flexível e distribuída.

De seguida, na Figura 2.10, Figura 2.11 e Figura 2.12, são apresentados exemplos de equipamentos comerciais de forma a ilustrar as três interfaces entre o CPU e os módulos E/S apresentadas anteriormente.



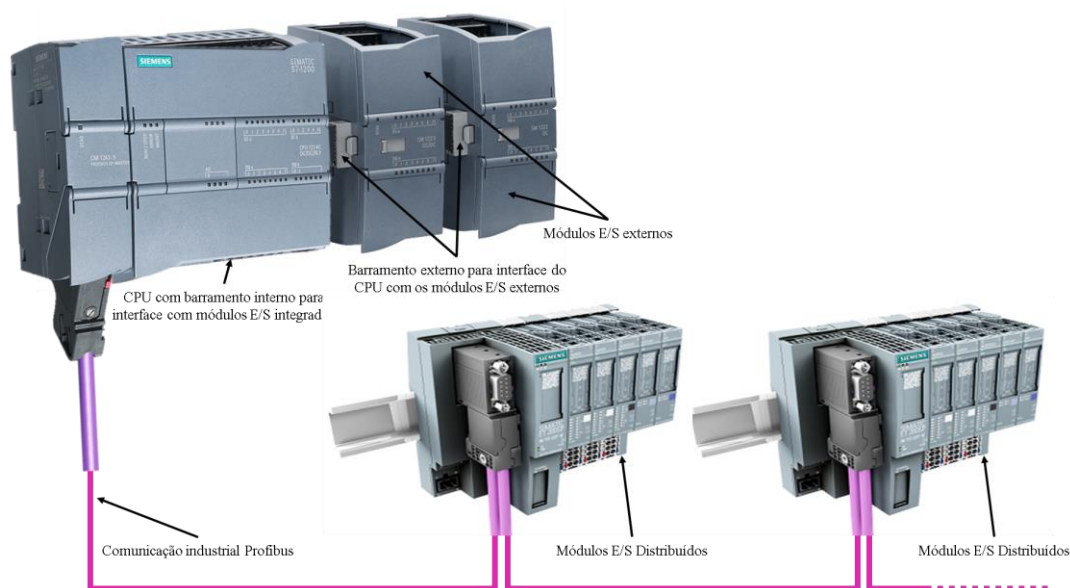
**Figura 2.10: CPU S7-1200 da Siemens com módulos E/S integrados.**

A Figura 2.10, apresenta um CPU S7-1200 com módulos E/S integrados em que a interface é feita por um barramento interno. Este tipo de configuração é tipicamente utilizado em máquinas que necessitam de um reduzido número de E/S para o seu funcionamento e onde não seja previsto nenhum tipo de crescimento para a máquina em questão.



**Figura 2.11: CPU S7-1200 da Siemens com módulos E/S integrados e barramento externo para interface com módulos E/S.**

A Figura 2.11 apresenta um CPU S7-1200 com módulos E/S integrados assim como a possibilidade de criar um barramento externo para interface com módulos E/S externos. Este tipo de configuração permite ajustar o número de E/S em função da necessidade ou do crescimento da máquina e/ou do processo a controlar. Deve ser tido em conta que o número de módulos E/S externos é limitado à capacidade do CPU e ao espaço existente na zona de instalação, uma vez que o barramento externo obriga a que os diferentes módulos E/S sejam instalados tal como exemplificado na Figura 2.11.



**Figura 2.12: CPU S7-1200 da Siemens com módulos E/S integrados, barramento externo para interface com módulos E/S e comunicação industrial Profibus para interface com os módulos E/S distribuídos.**

A Figura 2.12 apresenta um CPU S7-1200 com as mesmas interfaces apresentadas na Figura 2.10 e Figura 2.11, com adição de uma interface por rede de comunicação Profibus que permite descentralizar os módulos E/S do CPU em várias centenas de metros ou mesmo alguns quilómetros. Este tipo de configuração é tipicamente utilizado em instalações que têm previsto crescimento futuro e necessitam de um elevado número de E/S ao longo de diferentes zonas para o seu funcionamento. As redes de comunicação permitem ainda criar interfaces com outros

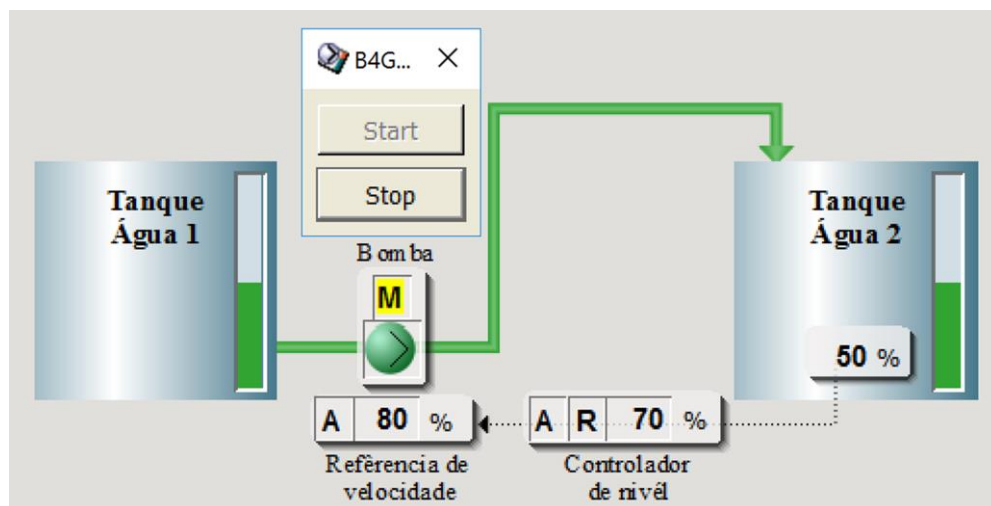
CPU's para descentralizar o processamento. No Anexo III encontra-se a folha de características do CPU S7-1200 ilustrado na Figura 2.12.

Na Figura 2.12 é indicada a rede de comunicação industrial Profibus, mas é de notar que existem muitas outras tais como Modbus RTU, Modbus TCP/IP, OPC, Profinet, *Ethernet* Industrial, entre outras. Atualmente as redes de comunicação industrial com base *Ethernet* estão a ter uma maior utilização devido à convergência que representam, simplicidade, rapidez, alta capacidade de transmissão de informação, alta velocidade na rede e possibilidade de integração direta em sistemas de Tecnologias da Informação (IT).

## 2.4 Supervisão nos Sistemas de Controlo

A supervisão dos sistemas de controlo surge da necessidade de monitorizar e controlar o estado do processo e/ou máquina de uma forma mais segura e rentável. A supervisão pode ser associada ao Interface Homem Máquina (IHM) do Inglês “*Human Machine Interface*” (HMI). Os HMIs representam de uma forma simples e esquemática o processo e/ou máquina a controlar, disponibilizam ao operador a informação das leituras das variáveis de entrada e o estado das variáveis de saída, e ainda permitem a interação do operador com o processo e/ou máquina através de comandos e definição de referências.

Retomando o exemplo da Figura 2.9, relativo a uma bomba a encher um tanque com água, na supervisão o operador teria acesso a uma imagem do processo semelhante à apresentada na Figura 2.13.



**Figura 2.13: Exemplo de imagem na supervisão.**

A Figura 2.13 representa graficamente a Bomba a encher o Tanque 2 com água proveniente do Tanque 1. Verifica-se que o nível do Tanque 2 está a 50 % da sua capacidade. O controlador de nível requer que o Tanque 2 tenha um nível de 70 % enviando uma referência de velocidade de 80 % para o motor. A cor verde na bomba significa que esta se encontra em funcionamento.

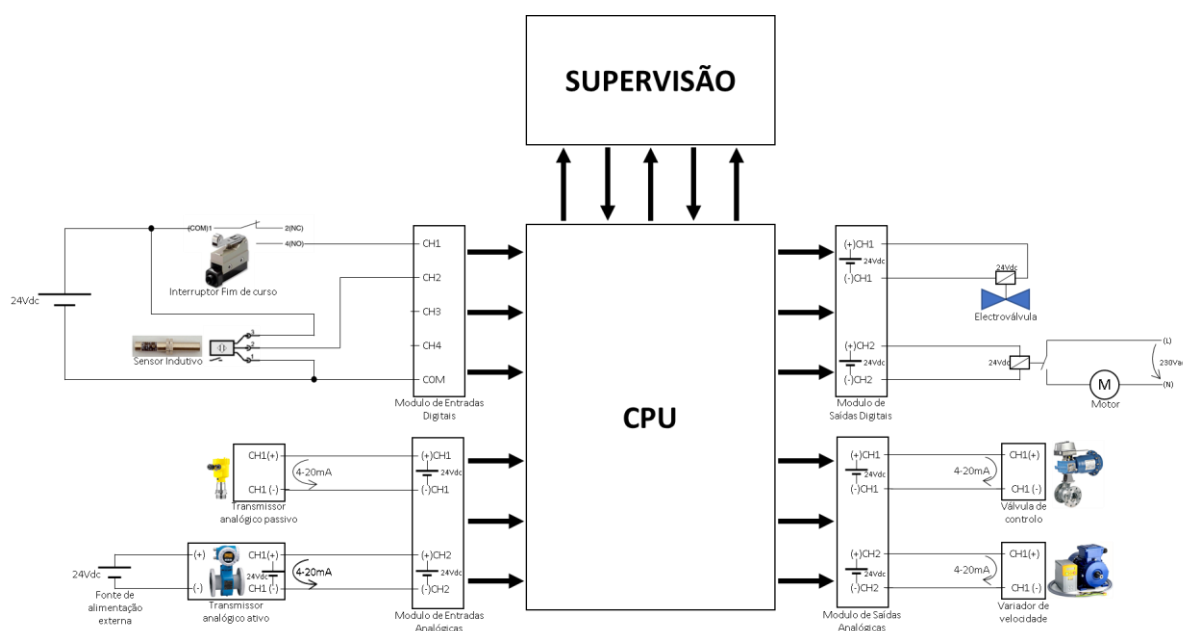
O símbolo “A” no controlador de nível significa que este está em controlo, de modo a encontrar uma velocidade constante que satisfaça o objetivo de 70 % de nível no Tanque 2.

Na referência de velocidade o “A” significa que o valor da referência de velocidade está em modo automático, enviando diretamente para o variador de velocidade a referência do controlador de nível.

O “R” no controlador de nível significa que o objetivo de 70 % do controlador de nível está em remoto, ou seja, o objetivo do controlador é proveniente de um cálculo ou de uma aplicação externa.

O “M” na Bomba significa que esta está em modo manual, sendo o arranque e paragem responsabilidade do operador através da ativação dos botões “Start” e “Stop”.

As informações e interações disponíveis nos sistemas de supervisão, são leituras das variáveis de entrada e interações com as variáveis de saída tal como descrito na Figura 2.13. Como ilustrado na Figura 2.9, as variáveis de entrada e saída têm apenas uma interface com o CPU, sendo assim necessário criar uma interface da supervisão com o CPU para que a função de supervisão possa receber as leituras das variáveis de entrada e enviar comandos e ou referências para as variáveis de saída.



**Figura 2.14: Diagrama de princípio de interação da supervisão com o CPU e variáveis de entrada e saída.**

Da análise da Figura 2.14 verifica-se que a supervisão interage com o processo e ou máquina através de uma interface com o CPU, interface esta que está representada na Figura 2.14 pelas cinco setas entre a supervisão e o CPU. Também como nos módulos de entradas e saídas, esta interface pode ter várias configurações e utilizar diferentes tecnologias, sendo as mais utilizadas hoje em dia as baseadas em comunicações industriais.

## 2.5 Redes de Comunicação Industrial

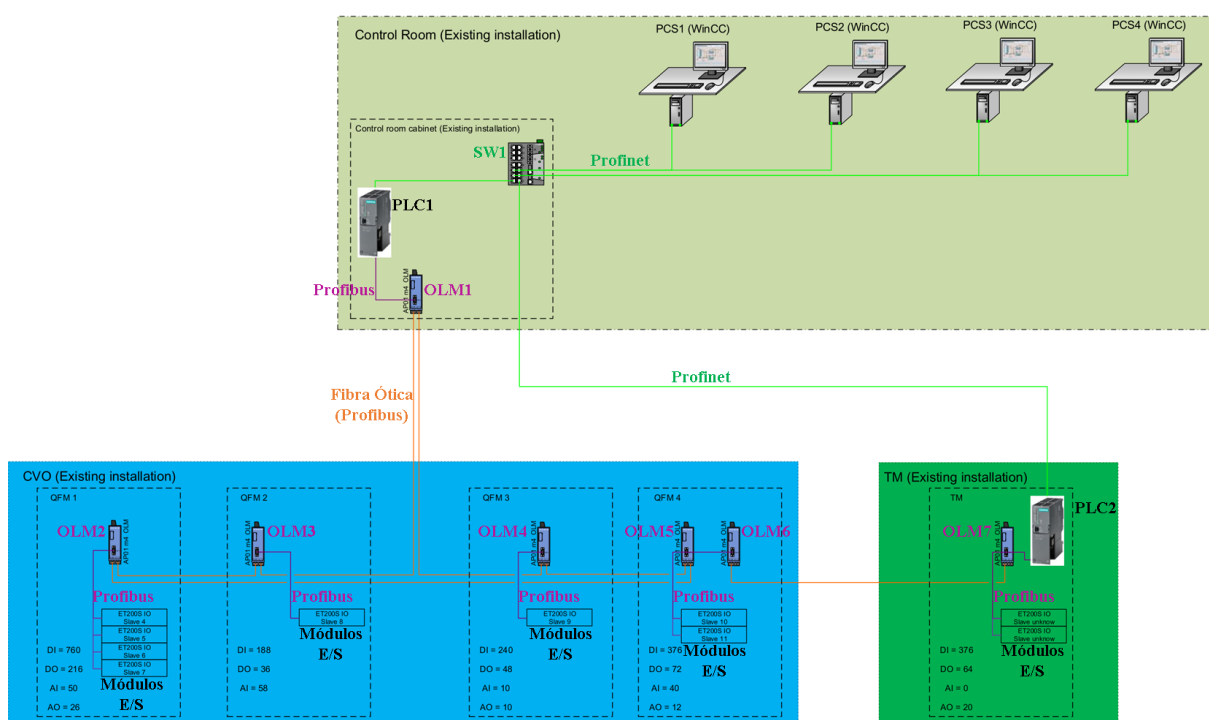
Como apresentado no Subcapítulo 2.3. e Subcapítulo 2.4, as comunicações industriais podem ser utilizadas em interfaces dos CPUs com módulos de entrada e saída, dos CPUs com sistemas de supervisão e até mesmo em interfaces entre CPUs.

As redes de comunicação industrial tal como o nome sugere, são redes preparadas para funcionar em ambientes industriais para troca de informação entre PLCs, sensores, atuadores, computadores, entre outros dispositivos, em tempo real e de uma forma rápida e precisa [13] [14].

Do texto dos dois parágrafos anteriores é possível inferir a importância das redes de comunicação hoje em dia nos Sistemas de Controlo e Automação Industriais, sendo assim necessário fazer uma pequena introdução a estas, de modo a que mais facilmente se possam perceber as diferentes interfaces existentes entre os mais variados elementos constituintes dos Sistemas de Controlo Industriais.

Dentro das redes de comunicação industrial o transporte da informação é realizado por meio de protocolos tal como o Profibus, Modbus, Foundation Fieldbus, As-i, DeviceNet, ControlNet, EtherNet/IP, Profinet entre outros, sendo que estes protocolos transportam a informação através de meios físicos tal como a fibra ótica, cabos de cobre ou rádio-frequência (*wireless*).

A escolha do protocolo a usar, assim como do meio físico de suporte, são tarefas difíceis devido à grande oferta de soluções no mercado, sendo necessário, antes de iniciar um projeto, analisar as várias tecnologias disponíveis de modo a perceber a que melhor satisfaz os requisitos técnicos e económicos do projeto.



**Figura 2.15: Interface de vários elementos de um Sistema de Controlo Industrial com Redes de Comunicação Industrial.**

No esquema da Figura 2.15, são apresentados vários elementos constituintes de um Sistema de Controlo Industrial em que a interface entre eles é feita por meio de comunicações industriais, Profibus, Profinet e Fibra Ótica.

O PLC1 e PLC2 são os CPUs que comunicam com os módulos E/S por Profibus utilizando dois tipos de meio físico, cabo de cobre e fibra ótica, onde a conversão de cobre para fibra ótica e

fibra ótica para cobre é feita por meio de conversores (OLM1, OLM2, ..., OLM7). Os dois CPUs também têm a possibilidade de comunicar um com o outro por Profibus, uma vez que o OLM6 está ligado ao OLM7 e por sua vez o OLM7 ao PLC2. Outra particularidade na rede Profibus é existir uma ligação em anel entre todos os OLMs, o que permite garantir a continuidade de serviço no caso de um OLM avariar ou um troço da fibra ser cortado.

O PLC1 e o PLC2 também têm uma interface Profinet para comunicarem um com o outro. Esta mesma interface Profinet faz também a comunicação com o sistema de supervisão (PCS1, ..., PCS4) através do *switch* de rede SW1.

Para que a arquitetura apresentada na Figura 2.15 possa ser implementada, é necessário ter em conta que o PLC1 e o PLC2 têm que ter uma interface Profibus e uma interface Profinet para cobre, os módulos E/S têm que ter uma interface Profibus para cobre, enquanto os OLMs necessitam de uma interface Profibus para cobre e quatro para fibra ótica. Os computadores de supervisão (PCS1, ..., PCS4) necessitam de uma interface Profinet para cobre e por fim o *switch* de rede SW1 tem que ter no mínimo seis interfaces Profinet para cobre. Com o objetivo de poder detalhar as várias interfaces de cada equipamento constituinte da arquitetura apresentada na Figura 2.15, no Anexo IV podem ser consultados os manuais de características técnicas de PLC, módulos de E/S, OLM e *switch* de rede SW1.

## 2.6 Sistemas de Controlo Distribuído

Nos subcapítulos anteriores, nomeadamente nos Subcapítulos 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 e 2.5, foram apresentados e analisados os vários elementos constituintes de um Sistema de Controlo Industrial. No presente subcapítulo são apresentados os sistemas de controlo mais modernos, utilizados principalmente no controlo de processos industriais, os Sistemas de Controlo Distribuído ou *Distributed Control Systems* (DCS).

Os Sistemas de Controlo Distribuído nasceram da possibilidade de os vários elementos, constituintes do sistema de controlo (CPUs, módulos de E/S, sensores, atuadores e HMIs), serem instalados de forma distribuída ao longo da uma instalação industrial e comunicarem entre si por meio de redes de comunicações industriais.

Várias marcas como a Valmet, Siemens, Honeywell, Emerson, Yokogawa, entre outras, desenvolveram os seus próprios sistemas DCS, em que os diferentes elementos constituintes do sistema de controlo são configurados sob uma plataforma comum e partilham a mesma base de dados, criando-se assim o conceito de Estação de Engenharia. Estes DCSs são sistemas com grandes capacidades de cálculo e de controlo, de fácil expansão dentro da mesma marca. Sendo sistemas proprietários e fechados, requerem, no entanto, técnicos muito especializados na marca em questão.



## Valmet DNA architecture

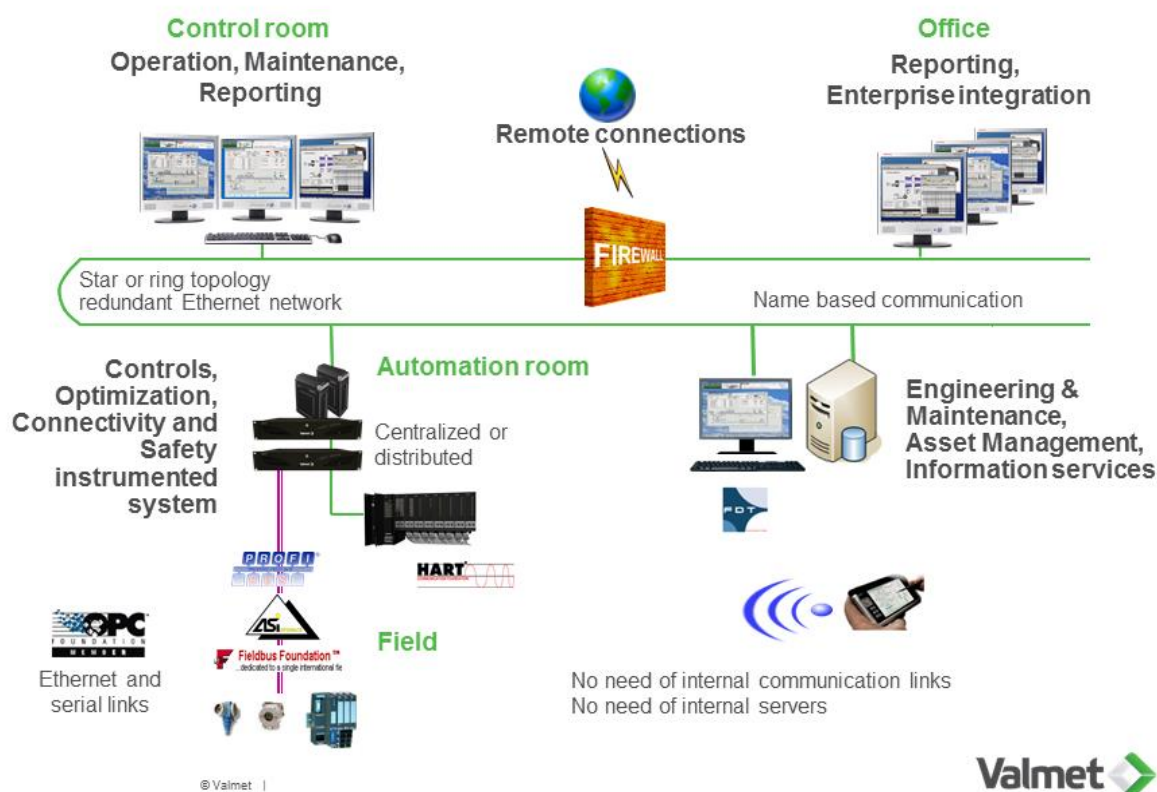


Figura 2.16: Exemplo de princípio da arquitetura do DCS da Valmet [5].

A Figura 2.16 apresenta o princípio de uma arquitetura do DCS Valmet DNA em que todos os elementos estão ligados por uma rede comunicação principal *Ethernet* “*Star or ring topology, redundant Ethernet Network*” e podem ser configurados e diagnosticados numa plataforma única “*Enginnering&Maintenance*”. Todas as diferentes zonas do DCS, a supervisão “*Control room*”, CPUs e módulos E/S “*Automation room*” que pertencem à marca Valmet comunicam entre si por meio da mesma rede *Ethernet*, rede esta que por meio de um router onde está a “*firewall*” é também usada para ligações remotas sobre a Internet e para fornecer informações ao nível da gestão “*Office*”. Toda a rede *Ethernet* na Figura 2.16 representada com a cor verde é uma rede proprietária da Valmet.

Retira-se ainda da Figura 2.16 que o DCS da Valmet tem a possibilidade de comunicar com outros equipamentos “*Field*” por meio de redes de comunicações utilizando os mais variados protocolos Profibus, As-i, Fieldbus Foundation, OPC, entre outros.

Por fim da Figura 2.16 percebe-se que os CPUs podem ser instalados de uma forma centralizada ou distribuída e que os módulos E/S dispõem da funcionalidade HART.

O DCS Valmet DNA como outros existentes no mercado, podem ser considerados como DCSs comerciais uma vez que as marcas dispõem de plataformas únicas para configuração, operação e manutenção de todos os elementos e equipamentos constituintes do seu DCS e estes elementos e equipamentos partilham as suas informações e características na mesma base de dados.

Os DCSs comerciais têm como principais vantagens a facilidade de integração de equipamentos da mesma marca, reduzir custos de instalação, aumentar a fiabilidade, facilitar a deteção de

problemas e flexibilizar a expansão futura. Os DCSs comerciais ainda oferecem várias ferramentas, já incluídas de origem, para interação com as tecnologias de informação, o que permite facilmente a otimização dos processos e ou máquinas controlar, elaborar relatórios, efetuar históricos, gestão de alarmes, entre muitas outras funcionalidades. Uma das desvantagens dos DCSs comerciais é serem sistemas fechados o que exige técnicos mais especializados e qualificados na tecnologia das diferentes marcas e de modo geral é mais caro que um sistema de controlo constituído por PLCs ligados em rede interagindo com *software* de Supervisão Controlo & Aquisição de Dados, do Inglês “*Supervisory Control & Data Acquisition*” (SCADA) [8] [15].

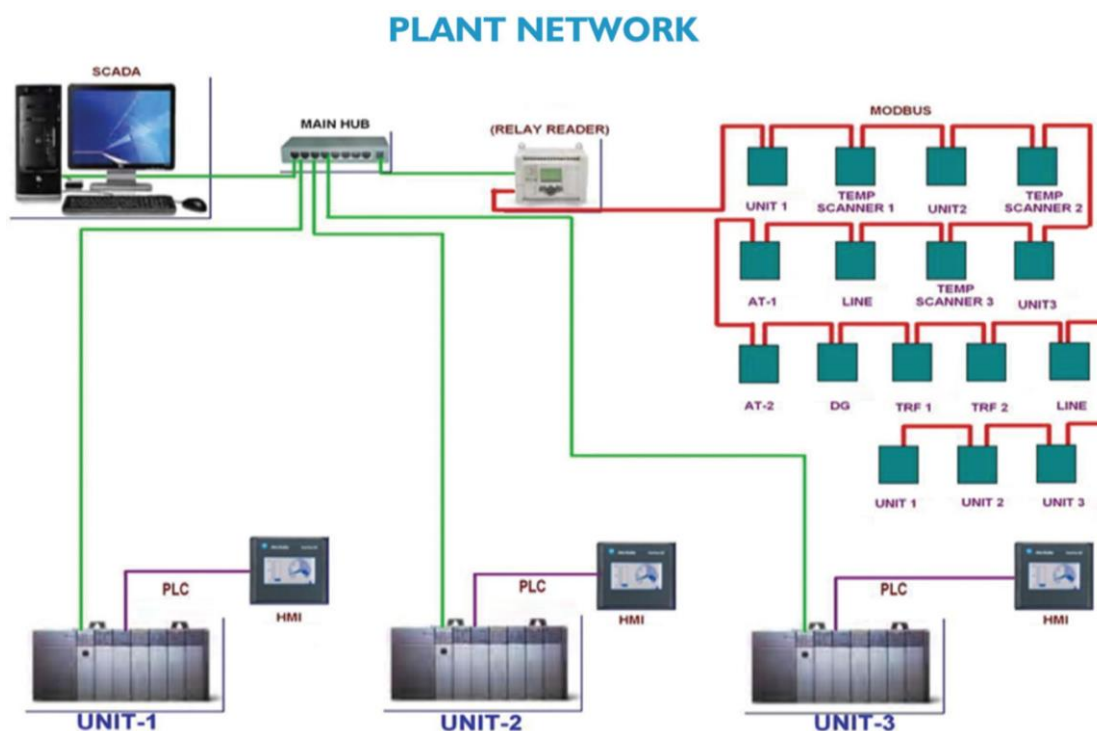


Figura 2.17: Exemplo de um sistema de controlo constituído por PLCs e *software* SCADA [16].

Na Figura 2.17 é apresentado um sistema de controlo constituído por três PLCs “UNIT-1”, “UNIT-2” e “UNIT-3”, em que cada PLC comunica com seu próprio “HMI” e em que os módulos E/S estão ligados aos CPUs através de um barramento externo.

Os três PLCs comunicam com um computador onde está “a correr” o *software* “SCADA” por *Ethernet*, interligada por meio do “MAIN-HUB”. Existem também vários equipamentos que usam o protocolo Modbus sendo este protocolo convertido para o protocolo *Ethernet* no conversor “RELAY READER”.

O sistema de controlo industrial apresentado na Figura 2.17 em termos teóricos é considerado um Sistema de Controlo Distribuído uma vez que vários dos elementos constituintes do sistema se encontram distribuídos e interligados por redes de comunicação, na prática é conhecido por um Sistema de Controlo Industrial por PLC e *Software* SCADA.

Uma das grandes diferenças entre Sistemas PLC e *Software* SCADA em relação aos DCS é que não usam uma plataforma única para configuração, operação e manutenção de todos os seus



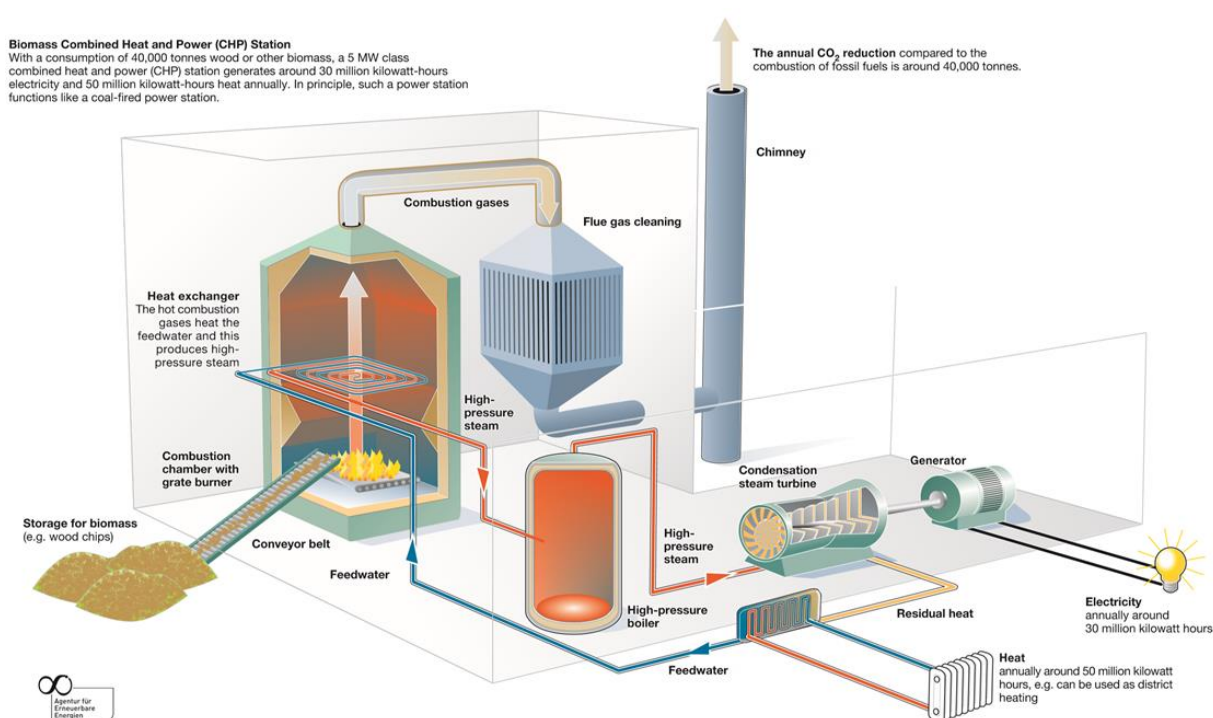
elementos e equipamentos constituintes. Por outro lado, estes elementos e equipamentos, não partilham as suas informações e características na mesma base de dados [8] [15].

Apesar das soluções apresentadas na Figura 2.16 e na Figura 2.17 convergirem em termos de tecnologia, antes de se decidir qual delas utilizar existem vários pontos que devem ser analisados. Numa produção do tipo fabrico ou montagem, o operador consegue ver e tem que interagir com os produtos a ser fabricados e a linha de fabrico é um conjunto de máquinas. Neste tipo de produção, onde são necessários tempos de resposta muito rápidos nos movimentos executados pelas máquinas e onde os produtos são considerados de baixo valor, a solução utilizando PLCs e *Software* SCADA é tipicamente a mais utilizada [8] [15]. Por outro lado, numa produção que geralmente envolve transformação de matérias-primas por meio de processos químicos ou introdução de mudanças físicas da matéria-prima com o objetivo de obter um novo produto, o operador normalmente não consegue ver nem interage com os produtos porque estes estão dentro de tanques ou tubos e o processo é constituído por várias fases de mudança do estado químico ou físico em que estas fases estão interligadas por meio de tubos. Neste tipo de produção, onde não são necessários tempos de resposta muito rápidos e onde os produtos são considerados de alto valor, os sistemas DCS são tipicamente os eleitos para monitorização e controlo [8] [15].



### 3 Projeto DCS para Central de Cogeração a Biomassa

Uma Central de Cogeração é uma instalação industrial onde são produzidos dois tipos de energia, energia elétrica e energia térmica. A energia térmica normalmente é recuperada após a produção de energia elétrica e utilizada em variadas aplicações produtivas e até mesmo no aquecimento dos edifícios. Tratando-se de uma central de cogeração a biomassa, o combustível utilizado na produção da energia elétrica e térmica é a biomassa.



**Figura 3.1:** Imagem ilustrativa do princípio de funcionamento de uma central de cogeração a biomassa [1].

A Figura 3.1 ilustra de uma forma simplificada o princípio de funcionamento de uma central de cogeração a biomassa. Inicialmente existe um armazenamento de combustível, a biomassa “*Storage for biomass*”, por meio de um transportador “*Conveyor belt*”, onde a biomassa é colocada na câmara de combustão da caldeira “*Combustion chamber with grate burner*”. A biomassa, ao queimar na câmara de combustão, transfere a sua energia térmica para a água “*Feedwater*” por meio de um permutador de calor “*Heat exchanger*”. A água ao ser aquecida passa do seu estado líquido para o estado gasoso, conhecido como vapor “*High-pressure steam*”. Ainda na zona da caldeira é controlada a qualidade e a energia do vapor “*High-pressure boiler*” e quando o vapor apresenta qualidade e energia dentro dos parâmetros aceitáveis pela turbina “*Condensation steam turbine*” é injetado na turbina sendo a energia térmica do vapor transformada em energia mecânica. A turbina está acoplada ao gerador “*Generator*” e a energia mecânica é transmitida ao gerador permitindo que o gerador a converta em energia elétrica “*Electricity*”. No acionamento da turbina a energia térmica do vapor não é totalmente convertida em energia mecânica resultando uma mistura de vapor com condensados “*Residual heat*”. Esta mistura, ainda rica em energia térmica, é aproveitada para produzir nova energia térmica que é utilizada em processos industriais e até mesmo no aquecimento de edifícios “*Heat*”.

Após a energia do vapor ser convertida em energia elétrica e térmica, resultam os condensados que são arrefecidos e que passando ao estado líquido são novamente introduzidos na água do processo “*Feedwater*”.

Ainda na Figura 3.1 é possível verificar que os gases resultantes da combustão da biomassa “*Combustion gases*” são filtrados e limpos “*Flue gas cleaning*” antes de serem enviados para a atmosfera pela chaminé “*Chimney*”.

Após a análise no Subcapítulo 2.6 e Figura 3.1, uma central de cogeração enquadra-se numa produção em que existe transformação de matéria-prima, a biomassa, por meio de um processo físico. O operador não consegue ver nem interagir com os produtos finais, a energia elétrica e térmica, e as várias fases produtivas estão interligadas por meio de tubos. Assim, conclui-se que o sistema de controlo industrial adequado a este tipo de instalação industrial é um DCS. No entanto, um sistema de controlo industrial por PLCs e *Software* SCADA também poderia ser utilizado.

Assim, com o objetivo de controlar e supervisionar um processo produtivo equivalente ao apresentado na Figura 3.1, no presente capítulo são apresentadas várias atividades concretas em que o aluno esteve envolvido no âmbito do seu estágio:

- Projeto do *hardware*.
- Programação da lógica de controlo e desenvolvimento das imagens de operação.
- Testes funcionais em simulação “FAT”.
- Testes de sinais e comissionamento.
- Arranque e afinação.

Estas atividades permitiram projetar, desenvolver, programar, testar e colocar em serviço um sistema de controlo distribuído Valmet DNA utilizado no controlo e supervisão de uma Central de Cogeração a Biomassa.

### 3.1 Projeto do *Hardware*

O projeto do *hardware* de um sistema de controlo industrial é a fase que mais atenção requer, especialmente a verificação exaustiva de todas as variáveis de entrada e saída no que diz respeito ao tipo de variável, ao tipo de interface que usam com os CPUs, assim como a sua localização ao longo da instalação. Tipicamente todas as especificações anteriormente mencionadas das variáveis de entrada e saída são listadas numa lista conhecida como Lista de Entradas e Saídas (E/S), do Inglês “*I/O List*”.

Concluída a lista de E/S e conhecidas as zonas da instalação fabril onde colocar os elementos do sistema de controlo, é então possível dimensionar, selecionar e quantificar os módulos de E/S, CPUs e interfaces entre os vários elementos constituintes do sistema de controlo, sendo que as interfaces dependem em muito da localização ao longo da instalação dos elementos constituintes do DCS. Todas as informações referentes às variáveis de E/S mencionadas anteriormente são fornecidas pelos responsáveis das diferentes áreas processuais, sendo que todas essas informações convergem no DCS.

Na Figura 3.2 é apresentado um excerto da lista de E/S fornecida pela entidade responsável pelo sistema de fornecimento de biomassa à caldeira. No excerto da lista apresentada verifica-se que são listados exaustivamente todos os equipamentos a controlar pelo DCS e as características das respetivas variáveis E/S. As várias colunas da lista E/S apresentada têm o seguinte significado:

- **“Loop Area”**: Zona da central de cogeração em que o equipamento está instalado, neste caso “F3”, significa que o equipamento está instalado na biomassa.
- **“Loop TAG”**: Identificação do equipamento segundo uma norma, “*The Identification System for Power Stations (KKS)*” foi a norma adotada no projeto em análise.
- **“Device TAG”**: Identificação das variáveis E/S que pertencem ao equipamento.
- **“Device description”**: Breve descrição da funcionalidade das variáveis E/S constituintes do equipamento.
- **“Scale”**: Escala dos sinais analógicos, tal como exemplificado nas Figuras 2.4 e 2.7.
- **“DCS I/O”**: Variáveis E/S ligadas ao DCS por meio cabos nos módulos de E/S.
  - AI “*Analog Input*” - Entrada analógica.
  - AO “*Analog Output*” - Saída analógica.
  - DI “*Digital Input*” - Entrada digital.
  - DO “*Digital Output*” - Saída digital.
- **“BUS I/O”**: Variáveis E/S ligadas ao DCS por meio de comunicações industriais.
- **“Type signal”**: Apresenta as características elétricas de cada variável de entrada e saída.
- **“Location”**: Zona da instalação fabril e armário em que a variável E/S é ligada ao DCS.
- **“Remarks”**: Notas e comentários complementares referentes à respetiva variável de E/S.
- **“Revision”**: Controlo de revisões das alterações efetuadas à lista E/S.

INFORMATION DE BASE/BASIC INFORMATION				ECHELLE / SCALE			DCS I/O				Bus I/O				TYPE SIGNAL			IMPLANTATION / LOCATION		Commentaires Remarks	Revision
Repere Zone Loop Area	Repere Boucle Loop TAG	Repere Instrument Device TAG	Description Instrum. Device Description	Min Min	Max Max	Unité Unit	EA AI	SA AO	ET DI	ST DO	AI	AO	DI	DO	Transmetteur Transmitter	Etat Contact Switch State	Tension Voltage	Salle électrique Electrical room	Armoire E/S I/O-cabinet		
F3	F3EAC26SF150	F3EAC26SF150-X11STO	Bouton poussoir arrêt locale rotation bande navette													NC					5
F3	F3EAC26GL005MA002	F3EAC26GL005MA002	Moteur translation bande navette									6	0	6	0					Moteur-frein sur variateur Modbus TCP/IP	5
F3	F3EAC26GL005MA002	F3EAC26GL005-MA002-XA	Défaut moteur translation bande navette							1						NO					5
F3	F3EAC26GL005MA002	F3EAC26GL005-MA002-Y21STA	Commande marche moteur translation bande navette								1					NO					5
F3	F3EAC26GL005MA002	F3EAC26GL005-MA002-Y2STO	Commande arrêt moteur translation bande navette								1					NO					5
F3	F3EAC26GL005MA002	F3EAC26GL005-MA002-XI	Retour marche moteur translation bande navette							1						NO					5
F3	F3EAC26GL005MA002	F3EAC26GL005-MA002-QC	Consigne vitesse moteur translation bande navette						1							NO					5
F3	F3EAC26BL001	F3EAC26BL001	Capteur radar niveau silo gauche	0	100	%	1								4-20mA						5
F3	F3EAC26BL002	F3EAC26BL002	Capteur radar niveau silo droite	0	100	%	1								4-20mA						5

Figura 3.2: Excerto de uma das listas de sinais a ligar ao sistema de controlo.

					ECHELLE / SCALE			MODBUS			
Repere Zone Loop Area	Repere Boucle Loop TAG	Repere Instrument Device TAG	Description Instrum. Device Description	Designation Boucle(26 Caracteres) Loop name (26 CHARACTERS)	Min Min	Max Max	Unité Unit	Type de donnée Data Type	Etat Bin Bin State	No. Esclave Slave No.	Offset Offset
F3	F3EAC26GL005	F3EAC26GL005-XA_FA	Variateur moteur translation bande navette en erreur	Erreur variateur				BOOL_I		TCP/IP	
F3	F3EAC26GL005	F3EAC26GL005-XREADY	Variateur moteur translation bande navette prêt	Variateur prêt				BOOL_I		TCP/IP	
F3	F3EAC26GL005	F3EAC26GL005-XA_Alm	Variateur moteur translation bande navette alarme	Alarme variateur				BOOL_I		TCP/IP	
F3	F3EAC26GL005	F3EAC26GL005-QI	Variateur moteur translation bande navette vitesse	Vitesse variateur	16#0000	16#FFFF	Hexadecimal	INTS_I		TCP/IP	
F3	F3EAC26GL005	F3EAC26GL005-QCUR	Variateur moteur translation bande navette courant mot 1	Courrant 1 variateur	16#0000	16#FFFF	Hexadecimal	INTS_I		TCP/IP	
F3	F3EAC26GL005	F3EAC26GL005-KF001;XP_I_Int	Variateur moteur translation bande navette tension	Tension variateur	16#0000	16#FFFF	Hexadecimal	INTS_I		TCP/IP	
F3	F3EAC26GL005	F3EAC26GL005-XCODE	Variateur moteur translation bande navette code défaut	Code défaut variateur	16#0000	16#FFFF	Hexadecimal	INTS_I		TCP/IP	
F3	F3EAC26GL005	F3EAC26GL005-KF001;XP_I_IF	Variateur moteur translation bande navette défaut thermique moteur	Defaut thermique variateur				BOOL_I		TCP/IP	
F3	F3EAC26GL005	F3EAC26GL005-XA	Variateur moteur translation bande navette arrêt d'urgence	ARU variateur				BOOL_I		TCP/IP	
F3	F3EAC26GL005	F3EAC26GL005-KF001	Variateur moteur translation bande navette reserve	Reserve variateur				BOOL_I		TCP/IP	
F3	F3EAC26GL005	F3EAC26GL005-KF001	Variateur moteur translation bande navette reserve	Reserve variateur				BOOL_I		TCP/IP	
F3	F3EAC26GL005	F3EAC26GL005-KF001	Variateur moteur translation bande navette reserve	Reserve variateur				BOOL_O		TCP/IP	
F3	F3EAC26GL005	F3EAC26GL005-KF001	Variateur moteur translation bande navette reserve	Reserve variateur				BOOL_O		TCP/IP	
F3	F3EAC26GL005	F3EAC26GL005-KF001	Variateur moteur translation bande navette reserve	Reserve variateur	16#0000	16#FFFF	Hexadecimal	INTS_I		TCP/IP	
F3	F3EAC26GL005	F3EAC26GL005-KF001	Variateur moteur translation bande navette reserve	Reserve variateur	16#0000	16#FFFF	Hexadecimal	INTS_I		TCP/IP	
F3	F3EAC26GL005	F3EAC26GL005-KF001	Variateur moteur translation bande navette reserve	Reserve variateur	16#0000	16#FFFF	Hexadecimal	INTS_O		TCP/IP	
F3	F3EAC26GL005	F3EAC26GL005-KF001	Variateur moteur translation bande navette reserve	Reserve variateur	16#0000	16#FFFF	Hexadecimal	INTS_O		TCP/IP	

Figura 3.3: Excerto de uma das listas de variáveis E/S a ligar ao DCS por comunicações industriais.

Nom du bornier	Tag RDSP	Equipement	Numéro de borne	Aboutissant	Nature signal	Repère câble	brin de câble	Type de câble	Révision	Commentaires
XD526	F3EAC24GL005MA001-XA	F3EAC24GL005MA001	1	DCS	C	BFA50-156W1	1	37G1	0	
XD526	F3EAC24GL005MA001-XA	F3EAC24GL005MA001	2	DCS	NC	BFA50-156W1	2	37G1	0	
XD526	F3EAC24GL005MA001-Y21	F3EAC24GL005MA001	3	DCS	C	BFA50-151W1	5	27G1	0	
XD526	F3EAC24GL005MA001-Y21	F3EAC24GL005MA001	4	DCS	NO	BFA50-151W1	6	27G1	0	
XD526	F3EAC24GL005MA001-XI	F3EAC24GL005MA001	5	DCS	C	BFA50-156W1	3	37G1	0	
XD526	F3EAC24GL005MA001-XI	F3EAC24GL005MA001	6	DCS	NO	BFA50-156W1	4	37G1	0	
XD526	F3EAC24GL005MA001-BG	F3EAC24GL005MA001	7	DCS	C	BFA50-156W1	5	37G1	0	
XD526	F3EAC24GL005MA001-BG	F3EAC24GL005MA001	8	DCS	NO	BFA50-156W1	6	37G1	0	
XD526	F3EAC24GL005MA001-X13LR	F3EAC24GL005MA001	9	DCS	C	BFA50-156W1	7	37G1	0	
XD526	F3EAC24GL005MA001-X13LR	F3EAC24GL005MA001	10	DCS	NO	BFA50-156W1	8	37G1	0	
XD526	F3EAC24GL005MA001-SECU	F3EAC24GL005MA001	11	SIS	C	BFA50-105W2	27	37G1	0	
XD526	F3EAC24GL005MA001-SECU	F3EAC24GL005MA001	12	SIS	NC	BFA50-105W2	28	37G1	0	

Figura 3.4: Excerto de uma das lista de variáveis E/S a ligar ao DCS por cabos.

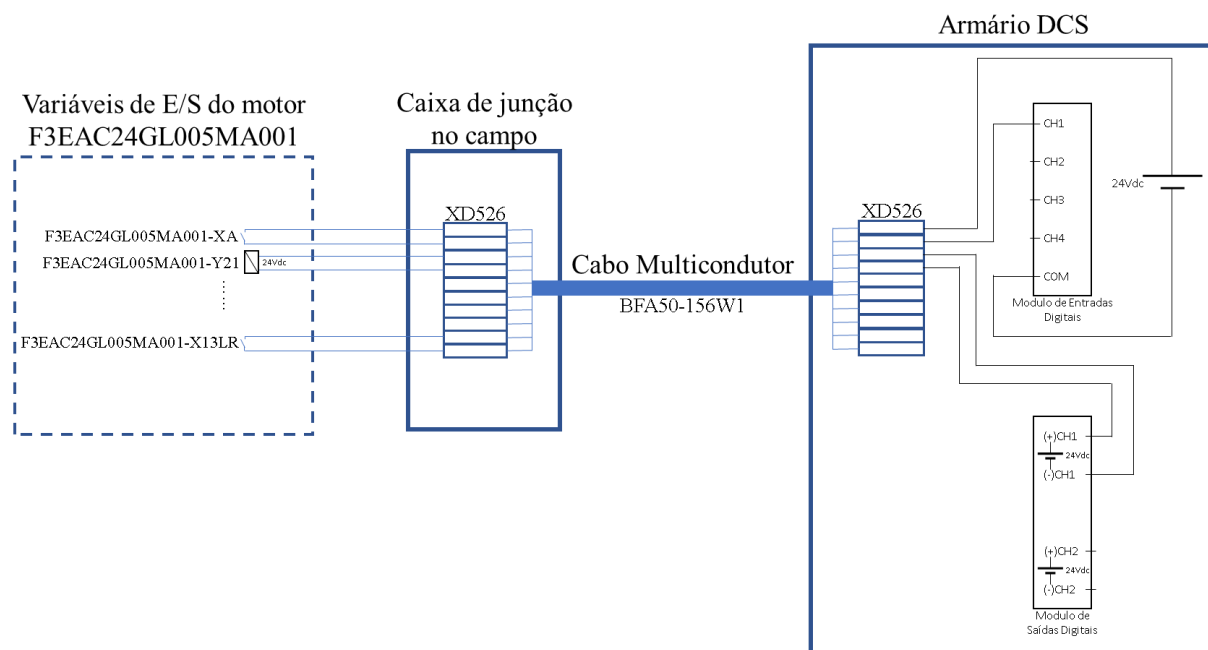
Na análise da Figura 3.2, verificou-se que na lista de E/S é feita a distinção das variáveis de E/S ligadas ao DCS por cabos aos módulos de E/S, e as variáveis de E/S ligadas por comunicações por redes industriais. Existindo esta diferença, é necessário ter o detalhe das diferentes configurações. Estes detalhes também são fornecidos pela entidade responsável pelas comunicações industriais do sistema de biomassa assim como os detalhes das ligações por cabo são fornecidos pela entidade responsável por esta tarefa.

Na Figura 3.3 é apresentado um excerto de outra lista recebida, onde é apresentado o detalhe das variáveis de E/S em que a interface com o DCS é feita por meio de comunicações industriais. Esta lista é conhecida como Lista de Comunicações. No excerto da lista de comunicações apresentada na Figura 3.3, para além dos respetivos detalhes de cada variável de E/S, conclui-se que o protocolo a usar é o Modbus TCP/IP. A lista recebida não se apresenta completa uma vez que a coluna “*Offset*” não está preenchida e não é identificado o endereço do equipamento “*Slave No.*”. Estas duas informações em falta são fundamentais para a configuração das variáveis de E/S com interface por comunicação por rede. No entanto, para o projeto do *hardware* não são necessárias uma vez que nesta fase é simplesmente necessário ter em conta o número de interfaces por Modbus TCP/IP.

À semelhança das variáveis de E/S por comunicação por rede, para as variáveis de E/S ligadas aos módulos de E/S por cabos foi também fornecido, pela entidade responsável da instalação elétrica do sistema de biomassa, uma lista de cabos. Na Figura 3.4 é apresentado um excerto da lista de cabos recebida. No excerto da lista de cabos o significado das várias colunas é:

- “**Nom du bornier**”: Descrição ou nome da régua de bornes.
- “**TAG RDSPP**”: Identificação das variáveis de E/S do respetivo equipamento.
- “**Equipement**”: Identificação do equipamento.
- “**Numero de borne**”: Número do ponto de ligação.
- “**Aboutissant**”: Sistema de controlo onde liga o cabo.
- “**Nature signal**”: Apresenta as características elétricas da variável de E/S.
- “**Repère cable**”: Nome do cabo.
- “**Brin de cable**”: Número do condutor do respetivo cabo.
- “**Type de cable**”: Tipo de cabo.
- “**Révision**”: Controlo de revisões das alterações efetuadas à lista de cabos.

Da análise da lista de cabos na Figura 3.4 conclui-se que as ligações das variáveis de E/S aos armários do DCS é efetuada por meio de cabos multicondutor onde são agrupadas várias variáveis de E/S de diferentes tipos. Este tipo de ligação com cabo multicondutor permite uma redução de custos e uma maior rapidez na instalação. Para uma melhor compreensão de como são efetuadas as ligações com cabos multicondutor, na Figura 3.5 são apresentadas de forma esquemática e resumida as informações contidas no excerto na lista de cabos apresentada na Figura 3.4.



**Figura 3.5: Exemplo de utilização de cabos multicondutor.**

Da análise dos excertos das listas apresentadas nas Figuras 3.2, 3.3 e 3.4 e da Figura 3.5 retira-se por exemplo que o equipamento “F3EAC24GL005MA001” é constituído pelo suporte a várias variáveis de E/S, em que a variável “EAC24GL005MA001-XA” é uma variável de entrada digital proveniente de um contato normalmente aberto “NO” e que contém a informação da falha do motor.

A variável “EAC24GL005MA001-XA” é ligada por meio de condutores a uma régua de bornes “XD526” que é comum a várias variáveis de E/S. A régua de bornes “XD526” na caixa de junção é ligada à régua de bornes “XD526” do armário do DCS por meio do cabo multicondutor “BFA50-156W1”, sendo que no armário do DCS a variável “EAC24GL005MA001-XA” é encontrada nos condutores 1 e 2 do cabo multicondutor e nos terminais 1 e 2 da régua de bornes “XD526”. No armário do DCS, o terminal 1 da régua de bornes “XD526” é ligado ao barramento 24Vdc e o terminal 2 é ligado ao canal “CH1” do módulo de entradas digitais.

A variável “F3EAC24GL005MA001-Y21” é uma variável de saída digital que está ligada nos terminais 3 e 4 da régua de bornes “XD526”, quer no armário do DCS quer na caixa de junção. No lado do motor esta variável é ligada a uma bobina de 24Vdc que é atuada por meio do canal “CH1” do módulo de saídas digitais no armário do DCS. A variável “F3EAC24GL005MA001-Y21” é o comando de marcha do motor.

Recebida e analisada toda a informação das diferentes áreas processuais da central de cogeração que são controladas e/ou supervisionadas no DCS, assim como todos os requisitos do cliente, numa primeira etapa é desenvolvida e desenhada a arquitetura do sistema de controlo industrial, ou seja, a arquitetura do DCS. Numa segunda etapa são projetados e desenhados de uma forma detalhada os vários armários e elementos constituintes do DCS.



### 3.1.1 Arquitetura do DCS para a Central de Cogeração a Biomassa

Para uma fácil análise, rápida compressão e visão geral de um sistema de controlo industrial instalado numa unidade industrial, é essencial a existência de uma arquitetura geral que represente de um modo simplificado o sistema de controlo industrial. Na presença de um novo projeto, a arquitetura do sistema de controlo industrial é das primeiras etapas a desenvolver. Numa expansão ou alteração, a arquitetura deve ser sempre atualizada de modo a refletir a realidade instalada.

A arquitetura deve apresentar todos os elementos constituintes do sistema de controlo industrial, permitindo uma visão global das interligações e interfaces dos vários elementos constituintes do sistema, assim como a distribuição destes ao longo das diferentes zonas da instalação fabril. No caso de uma instalação apresentar um sistema de controlo de grandes dimensões, deve ser elaborada uma arquitetura geral onde são apresentadas as diferentes zonas e as interligações entre elas e então depois elaborar uma arquitetura para cada zona.

Na Figura 3.6 é apresentada a arquitetura do DCS em estudo e que foi instalado na central de cogeração. A arquitetura apresentada foi elaborada em função das informações recebidas e requisitos do dono da central de cogeração. Analisando a arquitetura da Figura 3.6 percebe-se que os vários elementos constituintes do DCS estão distribuídos ao longo da instalação em quatro zonas diferentes destacadas pelo fundo a cor amarela:

- **“Salle de controle”:** Sala de Controlo onde a supervisão do sistema de controlo se encontra centralizada, permitindo aos operadores controlar e supervisionar toda a central de cogeração através das estações de operação “A1O1” e A1O2”. Na sala de controlo estão também acessíveis as estações “EAS” e “INFO, OPC” que são utilizadas como ferramentas de configuração e manutenção do DCS. Tal como mencionado no Subcapítulo 2.6, todos os elementos constituintes de um sistema DCS partilham a mesma base dados permitindo assim que a partir da estação de engenharia “EAS” seja possível configurar e monitorizar todos os elementos constituintes do DCS.
- **“Local API Chaudiere”:** Sala onde os elementos de sistema, tais como computadores e servidores estão instalados dentro dos respetivos armários, identificados a cor azul. Verifica-se que existem dois armários, o armário “CCA001 Armoire PC/IT cabinet 1” e o armário “CCA002 Armoire PC/IT cabinet 2”. Esta sala conhecida como a Sala de Sistemas deve ser uma sala limpa e climatizada para garantir o bom funcionamento dos equipamentos e a integridade dos mais variados dados e informações armazenados. Por forma a garantir a menor interação física possível com estes equipamentos, o acesso aos computadores e servidores é feito a partir da sala de controlo por meio dos monitores ligados aos respetivos computadores utilizando os equipamentos “KVM1.1”, KVM2.1”, “KVM3.1” e KVM4.1”. Os KVMs são extensões das portas USB, de vídeo e de áudio.
- **“Local Technique chaudiere”:** Sala Técnica da Caldeira, onde estão instalados os armários dos módulos de E/S e CPUs para controlo das diferentes áreas processuais da caldeira. A azul são representados quatro armários a instalar na sala técnica da caldeira, “CCB001 Armoire ES1”, “CCB002 Armoire ES2”, “CCB003 Armoire ES3” e “CCC001 Armoire SIS”. No armário “CCB00, Armoire ES1” estão instalados os CPUs redundantes “AP01\_M”, “AL01\_M” e “AP01\_R, AL01\_R”. Os módulos de E/S no

“IBC0” estão ligados ao CPU “AP01\_M, AL01\_M” por meio de um barramento externo, no “IBC1” partilham o mesmo barramento externo do CPU “AP01\_R, AL01\_R”, enquanto os módulos de E/S nos “IBC2” e “IBC3” estão ligados entre si por um barramento externo, onde estes barramentos comunicam por *Industrial Ethernet* com os CPUs através dos *switchs* de rede “AP01M\_m1.1”, ou pelo “AP01R\_r1.1” no caso de o CPU redundante estar ativo. No armário “CCB002 Armoire ES2” os módulos de E/S são instalados e distribuídos ao longo dos “IBC4”, “IBC5”, “IBC6”, “IBC7”, “IBC8” e “IBC9” e comunicam com CPUs através dos *switchs* “AP01M\_m1.2” ou pelo “AP01R\_r1.2” no caso de o CPU redundante estar ativo. O armário “CCB003 Armoire ES3” é equivalente ao armário “CCB001 Armoire ES1” sendo que os CPUs são o “AP02M” e o “AP02R” e existe um terceiro CPU, o “AL02”, dedicado a comunicações Modbus TCP/IP. Por fim na Sala Técnica da Caldeira tem-se o armário “CCC001 Armoire SIS” onde está instalado um CPU de segurança dedicado às funções de segurança SIL3 da central de cogeração e que comunica por *Industrial Ethernet* com os CPUs “AP01\_M, AL01\_M” ou “AP01\_R, AL01\_R”, através dos *switchs* “AL01M\_m2” ou pelo “AL01R\_r2” no caso de o CPU redundante estar ativo.

- **“Biomasse”:** Zona de armazenamento e fornecimento de biomassa à caldeira. Nesta zona encontra-se o armário “CCB004 Armoire ES4” onde, à semelhança do armário “CCB001 Armoire ES1”, estão instalados os CPUs redundantes “AP03M” e “AP03R”. Os módulos de E/S no “IBC0” estão ligados ao CPU “AP03M” por meio de um barramento externo, no “IBC1” partilham o mesmo barramento externo do CPU “AP03R”, enquanto os módulos de E/S nos “IBC2” e “IBC3” estão ligados entre si por um barramento externo, onde estes barramentos comunicam por *Industrial Ethernet* com os CPUs através dos *switchs* de rede “AP03M\_m1” ou pelo “AP03R\_r1” no caso de o CPU redundante estar ativo. No armário “CCB004 Armoire ES4” existe ainda uma interface por comunicação Modbus TCP/IP que comunica com o CPU “AL02” por meio do *switch* “AL02M\_m1.3”. Na zona da biomassa está também instalada uma consola de operação “SIO2”, localizada no armário “CCD001, Remote panel” onde é possível operar e supervisionar o sistema de armazenamento e fornecimento de biomassa à caldeira. Na consola de operação é também possível operar e supervisionar todas as outras áreas.

Na arquitetura apresentada na Figura 3.6 é ainda possível perceber que:

- Todos os elementos constituintes do DCS da marca Valmet estão interligados entre si por uma rede *Ethernet* redundante que usa cabos de cobre e fibra ótica.
- A rede *Ethernet* de controlo está definida numa gama de IPs 10.168.0.xxx diferente da gama de IPs usada na Zona de Engenharia e Armazenamento de Dados “Zone/Area DMZ” que usa uma gama 10.168.18.xxx.
- A interligação destas duas redes 10.168.0.xxx e 10.168.18.xxx é implementada com recurso ao *router* “S1-RTR01”.
- O DCS está ligado ao Sistema de Posicionamento Global por meio do “GPS/NTP Server” para que todos os equipamentos estejam sincronizados pelo mesmo relógio.

Apesar da arquitetura apresentada na Figura 3.6 não fazer parte do âmbito de fornecimento dos trabalhos de *hardware* da Optieng neste projeto, a arquitetura na Figura 3.6 foi desenhada e desenvolvida pela Valmet e fornecida posteriormente à Optieng. Não fazendo parte dos trabalhos a desenvolver, a análise e interpretação da arquitetura é fundamental para compreender os vários armários constituintes do DCS e que foram projetados e desenhados pela Optieng.

A Optieng foi então responsável pelo projeto e desenho dos seguintes armários:

- “CCA001, Armoire PC/IT cabinet 1”.
- “CCA002, Armoire PC/IT cabinet 2”.
- “CCB001, Armoire ES1”.
- “CCB002, Armoire ES2”.
- “CCB003, Armoire ES3”.
- “CCC001, Armoire SIS”.
- “CCB004, Armoire ES4”.
- “CCD001, Remote panel”.
- “CCD002, Zone Chaudiere/Boiler Area”.

Estando o aluno ativamente envolvido no projeto e desenho dos armários descritos, na secção seguinte, Secção 3.1.2, é apresentado e analisado o projeto e desenho do armário “CCB001 Armoire ES1”, sendo que os restantes armários foram projetados e desenhados seguindo o mesmo padrão.

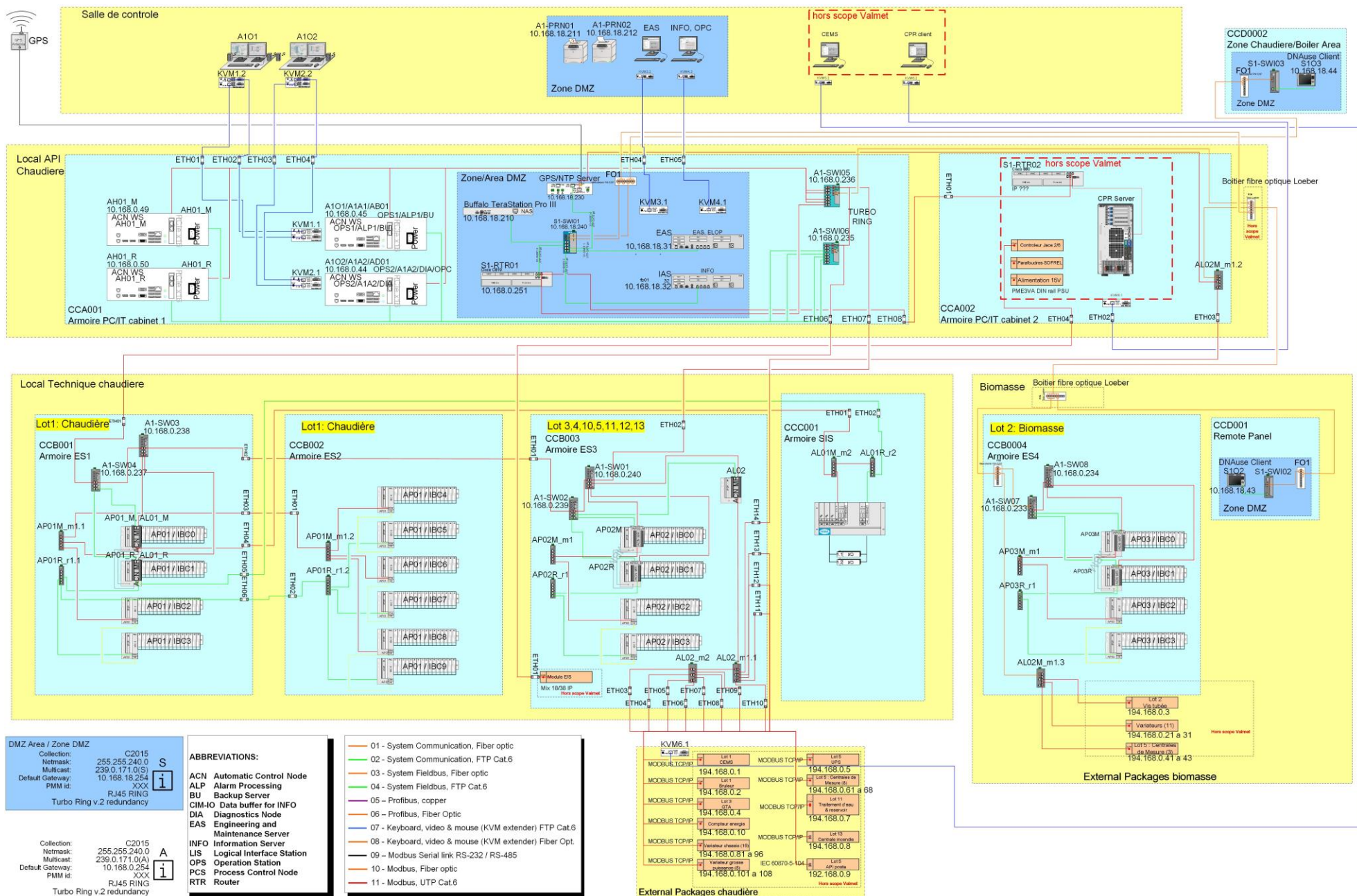


Figura 3.6: Arquitetura do DCS para a Central Cogeração a Biomassa.

### 3.1.2 Projeto e Desenho dos Armários Constituintes do DCS

Após análise da arquitetura do sistema na Figura 3.6, listas de E/S, listas de comunicações e lista de cabos é então possível iniciar o projeto e desenho dos armários constituintes do DCS. Na presente secção é feita a análise e descrição do projeto e desenho o armário “CCB001 Armoire ESI” apresentado na Figura 3.7.

Numa primeira análise da Figura 3.7 verifica-se que os equipamentos instalados estão separados em diferentes áreas do armário. Esta separação é criada tendo em conta a função desempenhada por cada equipamento de modo a que exista o menor número possível de interferências entre as diferentes funções e ligações elétricas, permitindo uma boa organização e facilidade de montagem. O armário está então organizado nas seguintes áreas:

- **Área (1) – Comunicações industriais:** é a área em que todos os equipamentos que pertencem à categoria das comunicações industriais são instalados. Nesta área são ainda instaladas as respetivas proteções elétricas dos equipamentos de comunicações. Na Figura 3.7 verifica-se que os *switchs* de rede “A1-SW04”, “A1-SW04”, “AP01M\_m1.1” e “AP01R\_r1.1” são equipamentos também representados na arquitetura da Figura 3.6.
- **Área (1.1) – Espaço de reserva:** espaço reservado para futuros equipamentos de comunicações industriais.
- **Área (2) – CPUs e módulos de E/S:** os CPUs instalados neste armário são também representados na arquitetura da Figura 3.6, o “AP01\_R.AL01\_R” e o “AP01\_M.AL01\_M”. Com a diferença que o tipo de módulos de E/S são agora representados em detalhe, na linha “A1” e “A2” estão instalados módulos de variáveis de entradas digitais “DI16P”, na linha “A3” módulos de variáveis de saídas digitais “DO16P” e na linha “A4” módulos de variáveis de entradas analógicas “AI8H” e módulos de variáveis de saídas analógicas “AO4H”. A quantidade de módulos de E/S é calculada em função das listas de cabos a ligar ao armário, sendo feita a contagem da quantidade de EDs, SDs, EAs e SAs por cada tipo e no final é aplicada uma taxa de reserva de 20 %.
- **Área (2.1) – Espaço de reserva:** Espaço reservado para futuros módulos de E/S.
- **Área (3) – Alimentação elétrica do armário:** A alimentação elétrica do armário é efetuada nesta área com uma tensão de 230Vac sendo convertidos para 24Vdc por meio das fontes de alimentação “G1”, “G2” e “G3”. Sempre que necessário, uma alimentação a 230Vac ou 24Vdc é distribuída a partir desta área. Existe ainda um interruptor de corte geral para ligar ou desligar a alimentação elétrica.
- **Área (4) – Interligação das variáveis de E/S:** Área em que os condutores dos cabos multicondutor são ligados aos respetivos terminais de bornes. Exemplo apresentado na Figura 3.5 da régua de bornes “XD526” no armário do DCS. Na Figura 3.7 é possível verificar que nesta área não existem interferências entre os cabos de campo “Field cables” e os cabos e condutores internos do armário. Os cabos de campo passam nos espaços dedicados “FIELD CABLES (100x80)”. Nesta área são instaladas todas as régua de bornes listadas nas listas de cabos recebidas referentes a este armário - ver Figura 3.8.
- **Área (4.1) – Espaço de reserva:** Espaço reservado para futuras régua de bornes e cabos futuros que sejam ligados a este armário

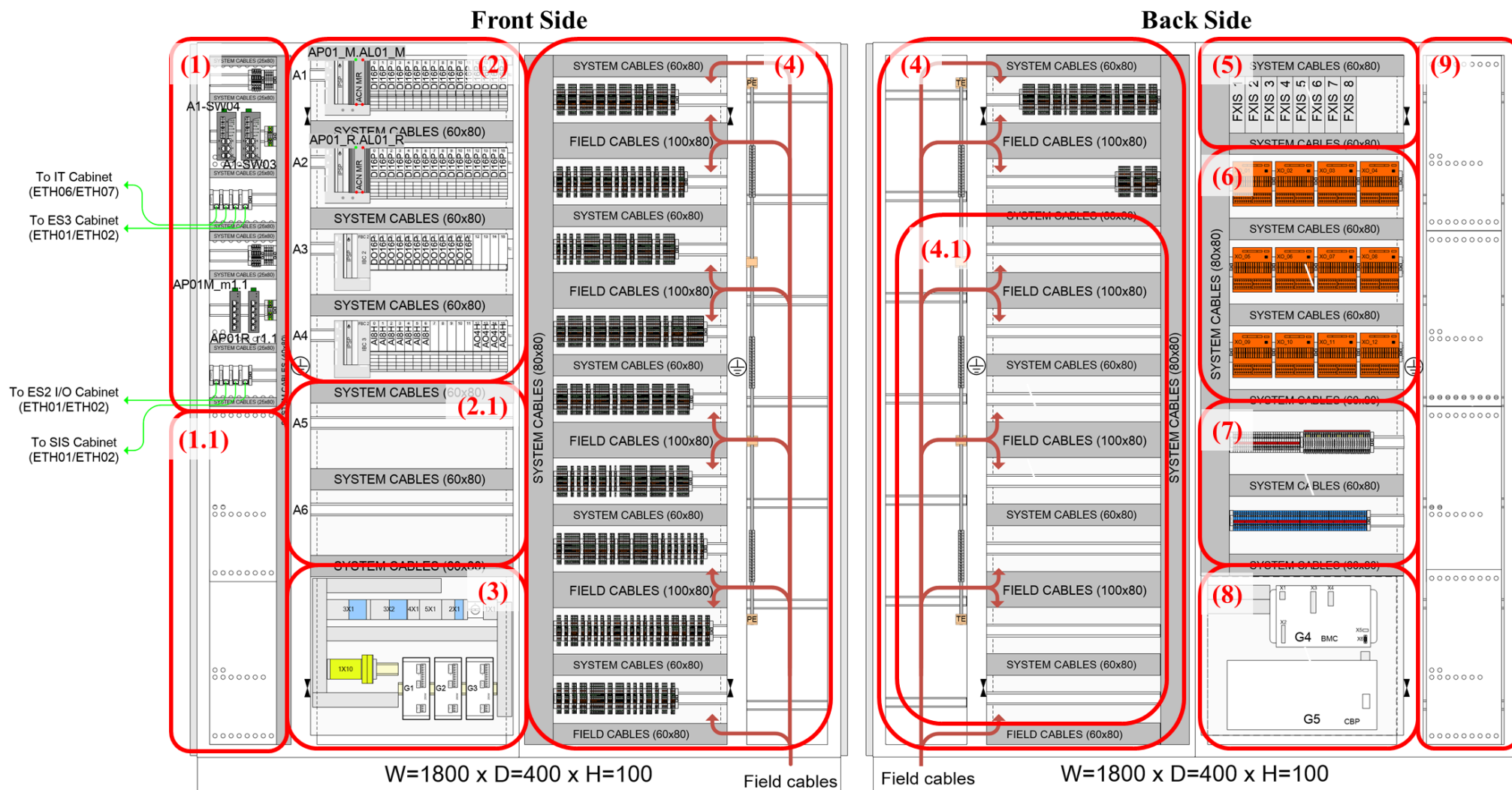


Figura 3.7: Desenho do armário “CCB001, Armoire ES1”.



Continuando análise e descrição do projeto e desenho o armário apresentado na Figura 3.7:

- **Área (5) – Distribuição 24 Vdc para as entradas digitais:** as variáveis de entrada digitais tal como analisado na Figura 2.2 necessitam de uma alimentação elétrica. No projeto em estudo todas as ED funcionam a 24 Vdc, sendo que os respetivos 24 Vdc por canal são fornecidos pelos equipamentos “FX1S1”...“FX1S8” que têm a funcionalidade de limitar a corrente a 200 mA por cada canal, ou seja, ao máximo de 200 mA por cada ED.
- **Área (6) – Relés de interface para as saídas digitais:** os relés são utilizados para separar a tensão de campo da tensão do armário, em que a saída digital atua o respetivo relé e este ao fechar o respetivo contacto eletromecânico atua o respetivo atuador no campo. No “CH2” da Figura 2.6 é possível verificar o princípio de interface de uma saída digital com o respetivo relé. No projeto em estudo foi requisito do cliente a existência de relés de interface para todas as variáveis de saída digitais.
- **Área (7) – Barramento 24 Vdc para elementos de campo:** este barramento de 24 Vdc tem como funcionalidade alimentar sensores e atuadores de campo sempre que necessário, assim como distribuição de 24 Vdc para os relés de interface na Área (6) e “FX1S1” ... “FX1S8” na Área (5),
- **Área (8) – Baterias:** as baterias têm como funcionalidade garantir a continuidade de serviço do armário no caso de falha da alimentação 230 Vac.
- **Área (9) – Espaço de reserva:** espaço de reserva para futura instalação de equipamentos com a exceção dos equipamentos instalados na Área (4).

Ainda da análise sobre a Figura 3.7 é possível identificar as diferentes interfaces por comunicação em rede que este armário tem com os restantes armários constituintes do DCS. Podem observar-se então as seguintes interfaces:

- **“To IT Cabinet (ETH06/ETH07)”:** Liga à interface *Ethernet* “ETH06” e “ETH07” no armário de tecnologias de informação.
- **“To ES3 Cabinet (ETH01/ETH02)”:** Liga à interface *Ethernet* “ETH01” e “ETH02” no armário de entradas e saídas 3.
- **“To ES2 I/O Cabinet (ETH01/ETH02)”:** Liga à interface *Ethernet* “ETH01” e “ETH02” no armário de entradas e saídas 2.
- **“To SIS Cabinet (ETH01/ETH02)”:** Liga à interface *Ethernet* “ETH01” e “ETH02” no armário do PLC de segurança.

De forma a complementar a informação apresentada na Figura 3.7 e descrição da Área (4), na Figura 3.8 apresenta-se um pormenor das régulas de bornes.

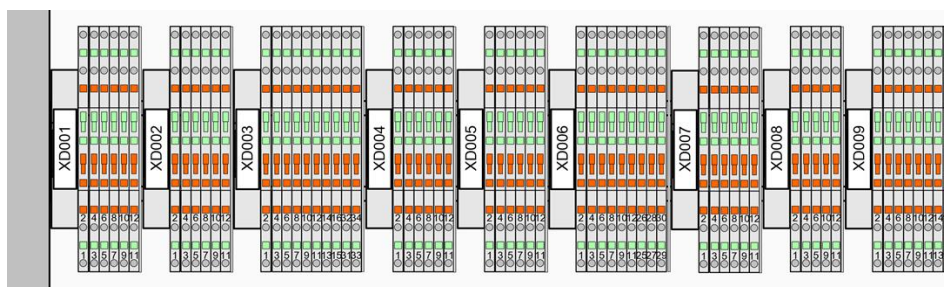
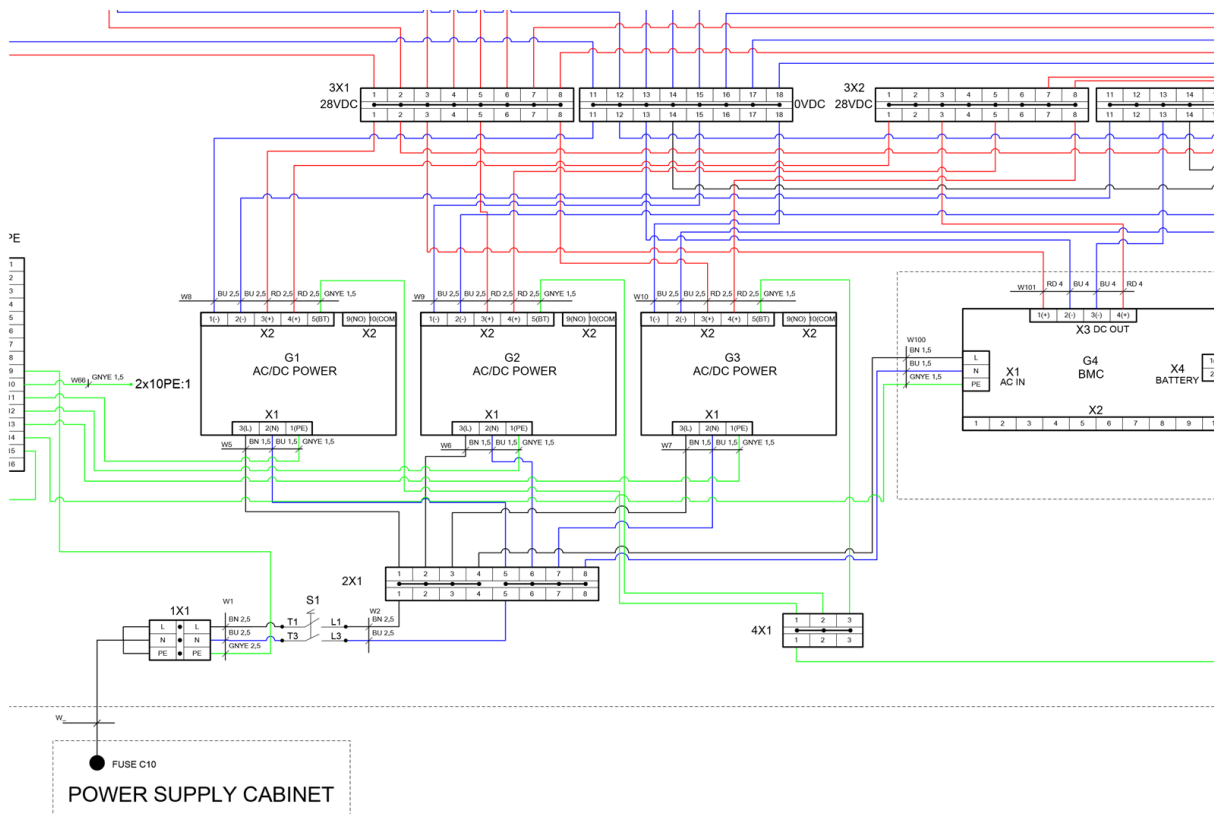


Figura 3.8: Pormenor exemplo das régulas de bornes instaladas na Área (4).

Após o desenho do armário apresentado na Figura 3.7, em que todos os equipamentos foram separados por função nas respetivas áreas, é necessário detalhar as ligações elétricas de uma forma perceptível para os técnicos de montagem do armário.

Nas alimentações elétricas dos equipamentos, as ligações elétricas são esquematizadas em esquemas elétricos multifilares (Figura 3.9), enquanto nas ligações entre as régua de bornes e respetivos equipamentos tal como módulos de E/S, relés e/ou barramentos de 24 Vdc as ligações são detalhadas numa lista a que se dá o nome de Lista de Ligações Cruzadas, do Inglês “*Cross-Connection List*” (Figura 3.10).



**Figura 3.9: Excerto do esquema elétrico unifilar das alimentações elétricas do armário “CCB001, Armoire ES1”.**

Na execução de esquemas elétricos unifilares é necessário ter em atenção que é necessário esquematizar todos os terminais de ligação de cada equipamento. Cada equipamento deve ter uma identificação única e igual à utilizada no desenho do armário e todas as ligações elétricas necessárias para um correto funcionamento devem ser representadas. Seguindo as indicações anteriores no excerto da Figura 3.9, verifica-se que na régua de bornes “1X1” se recebe o cabo de alimentação do armário, os terminais “L” e “N” estão ligados ao interruptor “S1” e o terminal “PE” está ligado ao barramento “PE”. O barramento “2X1” é alimentado a partir do interruptor “S1”, que por sua vez alimenta as fontes de alimentação “G1”, “G2”, “G3” e módulo de baterias “G4” através do respetivo terminal “X1”. Os equipamentos “G1”, “G2”, “G3” e “G4” convertem os 230 Vac em 24 Vdc que são distribuídos pelos barramentos “3X1” e “3X2”. Os restantes equipamentos do armário seguem a filosofia apresentada na análise da Figura 3.9.



Como já mencionado anteriormente, as ligações entre as régua de bornes (Área (4) da Figura 3.7) e os respectivos equipamentos, tal como os módulos de E/S, relés e/ou barramentos de 24 Vdc, foram detalhadas na lista de ligações cruzadas. As ligações cruzadas na indústria de DCSs são tipicamente representadas em lista devido ao seu elevado número e com o objetivo de reduzir tempo e erros.

MIO RACK RACK E/S										RELAY / RELAIS			POWERDISTRIB/ DISTRIB.POLARITÉS			C.C./ BRAS SAGE	TERMINAL/ BORNIER		TRUNK CABLE / CABLE MULTIPARE		
RACK X-group	Device/Tag Repere Instrum.	NOE Station	FBC Bus Rack	IBC Bus Rack	Card Carte	Chann e Voie	IO-Type	TypeE/S	X-terminal Bornes-X	Terminal Bornes	Relay Relais	Terminal Bornes	Distribution Distribution	Voltage Tension	Wire Files	XS-terminal Bornier-XS	XS-group Borne-XS	Wire Cable ID Repere Cable	Cable type Type Cable		
	B4ETG20QM002-XA						FXIS1	X3.1								XD001	1	1	BFA10-202W1	37G1	
	B4ETG20QM002-XA	AP01	2	0	0	0	DI16P	1								XD001	2	2	BFA10-202W1	37G1	
	B4ETG20QM002-Y21C	AP01	2	2	0	0	DO16P	FLAT CABLE		XO_01.K1	11					XD001	3	1	BFA10-201W2	37G1	
	B4ETG20QM002-Y21C						0V	BASE CONNECTOR		XO_01.K1	14					XD001	4	2	BFA10-201W2	37G1	
	B4HDA20GL001-QC	AP01	2	3	12	1	AO4H -	3								XD049	36	1	BFA10-283W2	LITYC 2x1	
	B4HDA20GL001-QC	AP01	2	3	12	1	AO4H +	4								XD049	37	2	BFA10-283W2	LITYC 2x1	
	B4ETH90CN001-YLT						0Vdc						3X2.1_0VDC.31			B4ETH90CN001-XD001	3	3	B4ETH90CN001W1	12G1	
	B4ETH90CN001-YLT	AP01	2	2	10	0	DO16P	FLAT CABLE		XO_11.K1	11		3X2.1_28VDC_FUSE.F1								
	B4ETH90CN001-YLT						+24Vdc	BASE CONNECTOR		XO_11.K1	14					B4ETH90CN001-XD001	4	4	B4ETH90CN001W1	12G1	
	B4RAE10UH003A	AP01	2	3	0	4	ABNH-(active)	10								B4RAE10UH001-XD003	1	1	B4RAE10UH001W2	LITYC 12x2x1	
	B4RAE10UH003A	AP01	2	3	0	4	ABNH-(active)	9								B4RAE10UH001-XD003	2	2	B4RAE10UH001W2	LITYC 12x2x1	

**Figura 3.10: Armário “CCB001, Armoire ESI”, excerto da lista de “Cross-Connection”.**

Analisando a Figura 3.10 verifica-se que a variável de entrada digital “B4ETG20QM002-XA” é ligada ao armário “CCB001 Armoire ESI” do DCS por dois condutores no terminal “1” e “2” da régua de bornes “XD001”. O terminal “1” da régua de bornes “XD001” liga ao terminal “X3.1” do “FXIS1” instalado na Área (5) da Figura 3.7. O terminal “2” da régua de bornes “XD001” liga ao terminal “1” do módulo de entradas digitais que se encontra instalado na Área (2) da Figura 3.7 na posição “Card” “0”, “IBC Bus Rack” “0”, “FBC Bus Rack” “2” do CPU “AP01”.

A variável de saída digital “B4ETG20QM002-Y21C” é ligada ao armário “CCB001 Armoire ESI” do DCS por dois condutores nos terminais “3” e “4” da régua de bornes “XD001”. O terminal “3” da régua de bornes “XD001” liga ao terminal “11” do relé “XO\_01.K1” e o terminal “4” da régua de bornes “XD001” liga ao terminal “14” do relé “XO\_01.K1”. O relé “XO\_01.K1” é ligado a ao módulo de E/S por meio de um “FLAT CABLE” e é atuado pela saída digital que se encontra instalada na Área (2) da Figura 3.7 na posição “Chann” “0”, “Card” “0”, “IBC Bus Rack” “2”, “FBC Bus Rack” “2” do CPU “AP01”.

A variável de saída analógica “B4HDA20GL001-QC” é ligada ao armário “CCB001, Armoire ESI” do DCS por dois condutores no terminal “36” e “37” da régua de bornes “XD049”. O terminal “36” da régua de bornes “XD049” liga ao terminal “3” do módulo de saídas analógicas que se encontra instalado na Área (2) da Figura 3.7 na posição “Card” “12”, “IBC Bus Rack” “3”, “FBC Bus Rack” “2” do CPU “AP01” e o terminal “37” da régua de bornes “XD049” liga ao terminal “4” do módulo de saídas analógicas que se encontra instalado na Área (2) da Figura 3.7 na posição “Card” “12”, “IBC Bus Rack” “3”, “FBC Bus Rack” “2” do CPU “AP01”.

A variável de saída digital “B4ETG90CN001-YLT” é ligada ao armário “CCB001 Armoire ESI” do DCS por dois condutores no terminal “3” e “4” da régua de bornes “B4ETG90CN001-XD001”. O terminal “3” da régua de bornes “B4ETG90CN001-XD001” liga ao terminal “3X2.1\_0VDC.31” e o terminal “4” da régua de bornes “B4ETG90CN001-XD001” liga ao terminal “14” do relé “XO\_11.K1”. O terminal “11” do relé “XO\_11.K1” liga ao fusível “3X2.1\_28VDC\_FUSE.F1”. O relé “XO\_11.K1” é ligado ao módulo de E/S por

meio de um “*FLAT CABLE*” e é atuado pela saída digital que se encontra instalada na Área (2) da Figura 3.7 na posição “*Chann*” “0”, “*Card*” “10”, “*IBC Bus Rack*” “2”, “*FBC Bus Rack*” “2” do CPU “*AP01*”. O terminal “*3X2.1\_0VDC.31*” e o fusível “*3X2.1\_28VDC\_FUSE.F1*” encontram-se instalados na Área (7) da Figura 3.7.

Por fim a variável de entrada analógica “*B4RAE10BQ003A*” é ligada ao armário “*CCB001 Armoire ESI*” do DCS por dois condutores nos terminais “1” e “2” da régua de bornes “*B4RAE10UH001-XD003*”. O terminal “1” da régua de bornes “*B4RAE10UH001-XD003*” liga ao terminal “10” do módulo de entradas analógicas que se encontra instalado na Área (2) da Figura 3.7 na posição “*Card*” “0”, “*IBC Bus Rack*” “3”, “*FBC Bus Rack*” “2” do CPU “*AP01*” e o terminal “2” da régua de bornes “*B4RAE10UH001-XD003*” liga ao terminal “9” do módulo de entradas analógicas que se encontra instalado na Área (2) da Figura 3.7 na posição “*Card*” “0”, “*IBC Bus Rack*” “3”, “*FBC Bus Rack*” “2” do CPU “*AP01*”.

Após a análise efetuada ao armário “*CCB001 Armoire ESI*” ao longo da Secção 3.1.2, conclui-se que os constituintes do projeto de cada armário são:

- Desenho detalhado de todos os equipamentos constituintes do armário (“*Layout*”).
- Esquema elétrico unifilar das alimentações elétricas.
- Lista de ligações cruzadas.

Nos armários em que os módulos de E/S não fazem parte dos equipamentos constituintes do armário não é elaborada a Lista de Ligações Cruzadas (“*Cross-connection List*”).

Uma vez que no âmbito de fornecimento da Optieng não está incluída a construção e montagem dos armários, após concluído e aprovado o projeto e desenhos de todos os armários, é iniciada a construção e montagem dos armários pela empresa responsável. Sendo que a Optieng continua com os trabalhos de desenvolvimento do *software* de controlo e supervisão da central de cogeração.

## 3.2 *Software* de Controlo e Supervisão do Processo

Antes de iniciar a análise do *software* de controlo e supervisão é importante perceber onde é que os diferentes *softwares* entram num sistema de controlo industrial. O *software* de controlo foi introduzido no Subcapítulo 2.3 quando mencionado “*as instruções de funcionamento do sistema a controlar*”. Deste modo, ao longo do Subcapítulo 3.2, quando mencionado o desenvolvimento do *software* de controlo, significa que estão a ser programadas as instruções de funcionamento da central de cogeração segundo as especificações funcionais fornecidas pelas entidades responsáveis pelo fornecimento de um ou mais processos, tal como por exemplo as especificações do processo de fornecimento de biomassa à caldeira, processo de queima da biomassa, processo de fornecimento de água à caldeira, entre outros. O *software* de supervisão foi introduzido no Subcapítulo 2.4 e, tal como analisado, este permite ao operador supervisionar e interagir com os diferentes processos por meio de imagens representativas.

Para o desenvolvimento do *software* de controlo e supervisão, a Optieng recebeu especificações e Diagramas de Processo e Instrumentação (P&ID) para as seguintes áreas processuais, entre outras:

- Alimentação de água à caldeira.
- Armazenamento e fornecimento de biomassa.
- Ar primário, projetado e secundário.
- Sistema de limpeza.
- Vapor saturado e purga.
- Sistema de filtragem, tratamento e depuração de fumos.
- Sistema de fornecimento de areia à caldeira.
- Sistema de remoção de areia da caldeira.
- Sistema de remoção de cinzas da caldeira.
- Zona de preparação, análise e controlo de qualidade do vapor.
- Turbina.
- Condensador aéreo.
- Sistema de arrefecimento.
- Sistema de aquecimento urbano.

Ao longo deste subcapítulo são apresentadas as etapas e técnicas colocadas em prática durante o período de desenvolvimento do *software* de controlo e supervisão em que o aluno esteve envolvido. A título de exemplo prático, é feita uma análise completa do *software* de controlo e supervisão desenvolvido para as bombas de alimentação de água à caldeira.

### 3.2.1 *Software* de Controlo

O *software* de controlo é desenvolvido segundo as descrições e/ou diagramas lógicos existentes nas descrições funcionais do processo. Uma vez que o *software* de controlo consiste nas instruções que os CPUs executam, é necessário garantir que o *software* é desenvolvido com o menor número de erros possível para evitar que os CPUs executem instruções erradas. Assim, com o objetivo de reduzir estes erros, ao longo do atual subcapítulo são apresentadas etapas, técnicas e verificações que colocadas em prática permitem o desenvolvimento do *software* de uma forma organizada e estruturada, reduzindo assim os erros e tempo de desenvolvimento.

- Etapa 1: analisar e comparar todos os diagramas de Processo e Instrumentação (P&ID) com as listas de sinais para garantir que todos os equipamentos listados na lista de sinais existem nos P&ID e que todos os equipamentos existentes nos P&ID com ligação ao sistema de controlo estão listados na lista de sinais.
- Etapa 2: separar todos os equipamentos das listas de E/S, resultantes da Etapa 1, em grupos de equipamentos que apresentam características e funcionalidades iguais tal como motores, válvulas, sensores, entre outros equipamentos.
- Etapa 3: com os grupos de equipamentos resultantes da Etapa 2, na ferramenta de programação devem ser desenvolvidos modelos de *software* de controlo que se aplicam a todos os equipamentos pertencentes ao mesmo grupo, uma vez que todos esses equipamentos têm as mesmas características e funcionalidades base. A estes modelos de *software* de controlo é dado o nome de “*Templates*”.

- Etapa 4: na ferramenta utilizada para programação do *software* de controlo, e utilizando os “*Templates*” desenvolvidos na Etapa 3, são criadas as instruções lógicas base para equipamento confirmado na Etapa 1. Concluída a Etapa 4 todos os equipamentos a controlar pelo DCS encontram-se na ferramenta de programação com as respetivas instruções base de funcionamento já programadas no “*Template*”.
- Etapa 5: Após a Etapa 4 em que todas as “*loops*” dos equipamentos listados na Etapa 1 foram criadas, é então efetuada a programação segundo as especificações de funcionamento recebidas para as diferentes áreas processuais a controlar.

A verificação mencionada na Etapa 1, não é uma etapa obrigatória para o desenvolvimento do *software* de controlo, mas ao ser colocada em prática permite uma redução de erros uma vez que é efetuada uma análise aprofundada a uma importante parte da documentação recebida, assim como permite obter conhecimento sobre o processo. Para efetuar a análise, recomendada na Etapa 1, é necessário ter conhecimento de algumas normas referentes à execução de P&ID (Figura 3.11), de modo a compreender o significado de cada símbolo, quais as informações do P&ID que são ligadas ao sistema de controlo e quais as informações do P&ID que não são ligadas ao sistema de controlo. Pois só as informações no P&ID representadas com o símbolo de ligação ao sistema de controlo é que são listadas na lista de E/S (Figura 3.12). De seguida são indicadas algumas normas utilizadas na execução de P&ID:

- “*ANSI/ISA-5.1-2009 - Instrumentation Symbols and Identification*” [2].
- “*ISA-5.3-1983 - Graphic Symbols for Distributed Control/Shared Display Instrumentation, Logic, and Computer Systems*” [3].

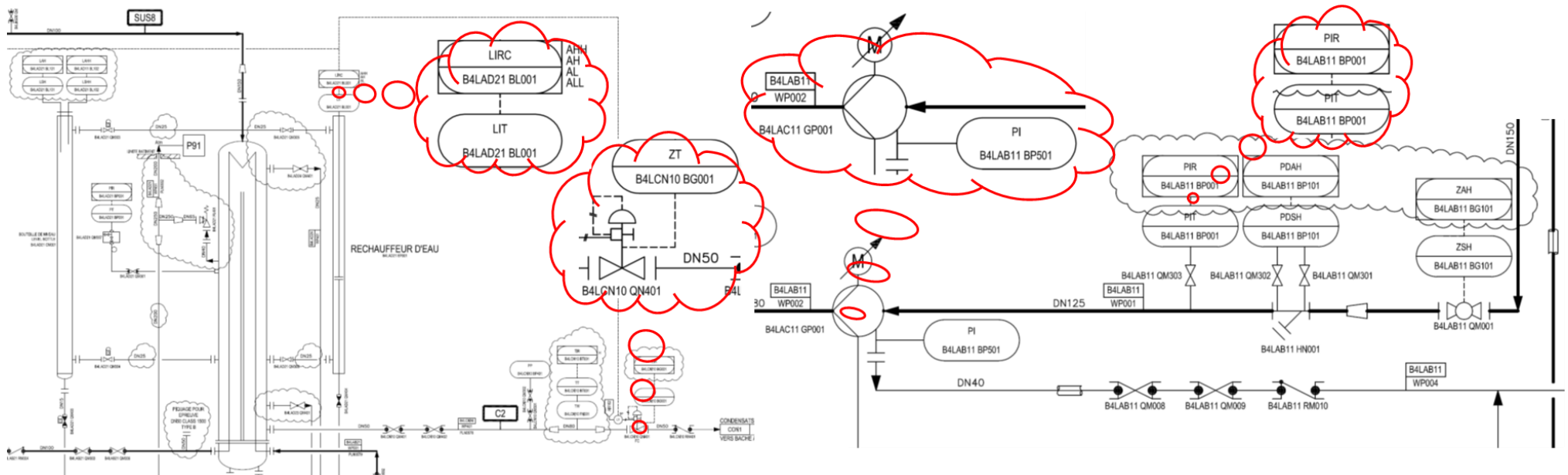


Figura 3.11: Excerto de um diagrama de processo e instrumentação.

Repere Zone	Repere Boucle	RepereEquipement	Repère Entrées Sortie VALMET	RepèreEquipement associé	Description Boucle (26 car)	Description Boucle 1 (20 car)	Description Boucle 2 (20 car)	IO AIP				IO BUS				IO APS			
								DI	DO	AI	AO	DI	DO	AI	AO	DI	DO	AI	AO
B4	B4LCN10QN401	B4LCN10QN401	B4LCN10QN401-O	B4LCN10 QN401	Commande analogique	Vanne rég. Niv. Cond.	Réchauffeur d'eau			1									
B4	B4LCN10BG001	B4LCN10BG001	B4LCN10BG001-I	B4LCN10 QN401	Retour : position analog.	Vanne rég. Niv. Cond.	Réchauffeur d'eau			1									
B4	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001-XA	B4LAC11 GP001	Défaut Électrique	Moteur pompe	Eau alimentaire 2	1											
B4	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001-Y21C	B4LAC11 GP001	Commande de Marche	Moteur pompe	Eau alimentaire 2		1										
B4	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001-Y22STO	B4LAC11 GP001	Commande d'arrêt	Moteur pompe	Eau alimentaire 2		1										
B4	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001-XI	B4LAC11 GP001	Retour de marche	Moteur pompe	Eau alimentaire 2	1											
B4	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001-XA_FA	B4LAC11 GP001	Défaut Variateur de fréq	Moteur pompe	Eau alimentaire 2				1								
B4	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001-XREADY	B4LAC11 GP001	Variateur prêt	Moteur pompe	Eau alimentaire 2				1								
B4	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001-XA_ALM	B4LAC11 GP001	Alarme variateur de freq	Moteur pompe	Eau alimentaire 2				1								
B4	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001-XA_OC	B4LAC11 GP001	Variateur seuil de surch.	Moteur pompe	Eau alimentaire 2				1								
B4	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001-O	B4LAC11 GP001	Consigne de vitesse	Moteur pompe	Eau alimentaire 2		1										
B4	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001-QI	B4LAC11 GP001	Mesure de vitesse	Moteur pompe	Eau alimentaire 2		0				1						
B4	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001-QCUR	B4LAC11 GP001	Mesure du courant absorbé	Moteur pompe	Eau alimentaire 2						3						
B4	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001-QP_PW	B4LAC11 GP001	Puissance absorbée	Moteur pompe	Eau alimentaire 2						1						
B4	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001-XFCODE	B4LAC11 GP001	Variateur : Code Erreur	Moteur pompe	Eau alimentaire 2						1						
B4	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001-XH01	B4LAC11 GP001	Protection thermique	Moteur pompe	Eau alimentaire 2			8	0								
B4	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001-X13LD	B4LAC11 GP001	Commutat. : Local/Distance	Moteur pompe	Eau alimentaire 2	1											
B4	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001-BG	B4LAC11 GP001	Pos. interrupt. Coup. Vis.	Moteur pompe	Eau alimentaire 2		0										
B4	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001-X11STA	B4LAC11 GP001	Bouton pous. Loc. : Marche	Moteur pompe	Eau alimentaire 2	1											
B4	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001-X11STO	B4LAC11 GP001	Bouton pous. local : Arrêt	Moteur pompe	Eau alimentaire 2	1											
B4	B4LAB11BP001	B4LAB11BP001	B4LAB11BP001-I	B4LAB11 BP001	Mesure de pression	Amont Pompe	Eau alimentaire 1			1									
B4	B4LAD21BL001	B4LAD21BL001	B4LAD21BL001-I	B4LAD21 BL001	Mesure de niveau	Réchauffeur d'eau				1									
B4	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001	B4LAC11GP001-XIS	B4LAC11 GP001	Retour de marche	Moteur pompe	Eau alimentaire 2									1			

Figura 3.12: Excerto da lista de E/S referente ao excerto do diagrama de processo e instrumentação da Figura 3.11.

A Figura 3.11 e a Figura 3.12 apresentam respectivamente um excerto de um diagrama de processo e instrumentação e um excerto da lista de E/S onde estão listadas as variáveis de E/S referentes a cada equipamento destacado a vermelho na Figura 3.11. Com o apoio da documentação recebida (Figura 3.11 e Figura 3.12), é efetuada a verificação mencionada na Etapa 1 em que se conclui que o transmissor de pressão “B4LAB11BP01” na lista de sinais (Figura 3.12) também se encontra no P&ID (Figura 3.11). O transmissor de nível “B4LAD21BL001”, a bomba “B4LAC11GP”, a válvula “B4LCN10QN401” e o retorno de posição “B4LCN10BG001” também se encontram em ambos os locais, no P&ID e na lista de E/S. No exemplo apresentado todos os equipamentos listados na lista de E/S (Figura 3.12) na coluna “*RepereEquipment*” também existem no P&ID (Figura 3.11). Assim, como os equipamentos no P&ID também se encontram na lista de E/S, conclui-se que não existem discrepâncias. No caso de se encontrarem discrepâncias, ou seja, um equipamento listado na lista de E/S que não existe no P&ID ou equipamento no P&ID e não está listado na lista de E/S, então existe uma discrepância e esta deve ser reportada às entidades responsáveis pela lista de E/S e P&ID. Por fim, comparando o excerto da lista de sinais na Figura 3.12 com o excerto da lista de sinais da Figura 3.2, verifica-se que as listas de sinais podem ser apresentadas de formas diferentes, sendo o conteúdo apresentado igual ou equivalente.

Concluída a verificação apresentada na Etapa 1 e reportadas as discrepâncias, é então iniciada a Etapa 2 em que é efetuada a divisão dos equipamentos das listas de E/S em função das suas características e funcionalidades. Como por exemplo ao Grupo A pertencem todos os motores que sejam constituídos por uma confirmação de marcha (ED), uma falha elétrica (ED) e um comando para arrancar e parar (SD). Ao Grupo B pertencem os motores que são constituídos por uma confirmação de marcha (ED), uma falha elétrica (ED), um comando para arrancar (SD) e um comando para parar (SD). Ao Grupo C pertencem todas as válvulas com a confirmação de válvula fechada (ED), confirmação de válvula aberta e um comando de abertura e fecho (SD). Finalmente, ao grupo D pertencem os transmissores analógicos (EA) de 4-2 mA. Em resumo e a título de exemplo os grupos discriminados anteriormente são:

- **Grupo A: “Motores 2 ED e 1 SD”** (confirmação de marcha (ED), uma falha elétrica (ED) e um comando para arrancar e parar (SD)).
- **Grupo B: “Motores 2 ED e 2 SD”** (confirmação de marcha (ED), uma falha elétrica (ED), um comando para arrancar (SD) e um comando para parar (SD)).
- **Grupo C: “Válvulas 2 ED e 1 SD”** (confirmação de válvula fechada (ED), confirmação de válvula aberta e um comando de abertura e fecho (SD)).
- **Grupo D: “Medidas analógicas 1EA”** (transmissores analógicos (EA) de 4-2 mA).

Os grupos apresentados anteriormente são exemplos, pelo que devem ser criados grupos de modo a separar todos os equipamentos por grupo em função das suas características e funcionalidades. Todos os equipamentos listados ao longo das várias listas de E/S existentes devem ter um grupo associado.

Concluída a divisão dos equipamentos por grupos e analisada a funcionalidade requerida para cada grupo, numa terceira etapa é então desenvolvido um programa base para cada grupo, a que se dá o nome de “*Template*”. Todos os equipamentos pertencentes ao mesmo grupo usam o respetivo “*Template*” do grupo.

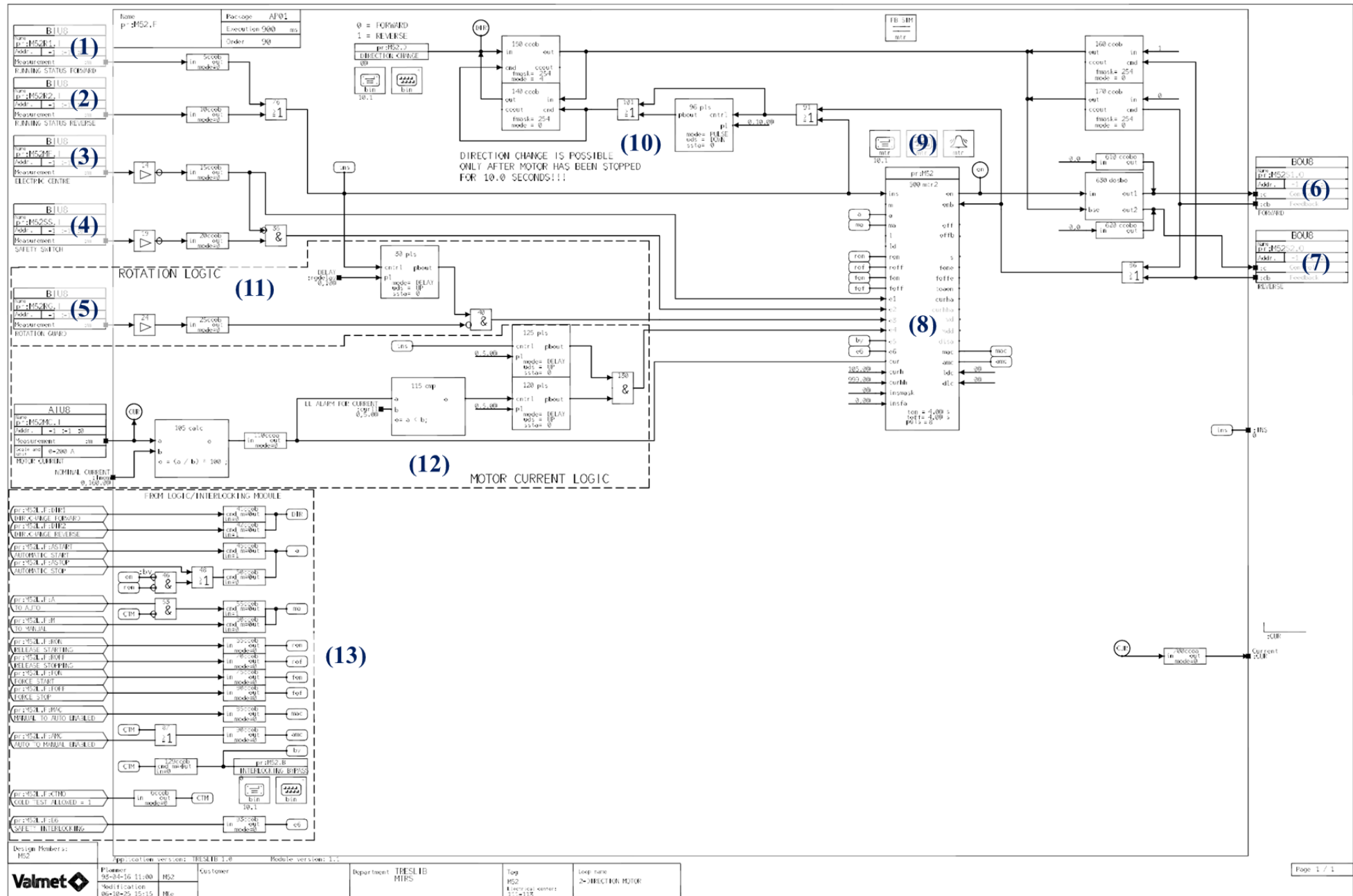


Figura 3.13: “Template “ para motores pertencentes a um grupo definido na Etapa 2.

A Figura 3.13 apresenta um exemplo de um “*Template*” utilizado em motores de dois sentidos no projeto DCS em análise. O “*Template*” da Figura 3.13 é constituído pelas seguintes características:

- Cinco variáveis de entrada digitais (5 ED):
  - (1) – Confirmação de marcha no sentido horário.
  - (2) – Confirmação de marcha no sentido anti-horário.
  - (3) – Falha elétrica.
  - (4) – Interruptor de segurança.
  - (5) – Detetor de rotação.
- Uma variável de entrada analógica (1 EA):
  - (12) – Corrente do motor.
- Duas variáveis de saída digitais (2 SD):
  - (6) – Comando de marcha no sentido horário.
  - (7) – Comando de marcha no sentido anti-horário.
- Instruções lógicas:
  - (8) – Bloco de motor existente na biblioteca da ferramenta utilizada para programação.
  - (9) – Bloco de motor existente na biblioteca do *software* de programação para interface do CPU com a supervisão.
  - (10) – Lógica para inversão do sentido do motor, em que o motor só pode inverter o sentido após um tempo de paragem.
  - (11) – Lógica para o detetor de rotação do motor, em que ao receber uma confirmação de marcha (1) ou (2), é esperado um tempo para que o detetor de rotação confirme a rotação do motor. Caso não seja detetada a rotação nesse intervalo de tempo, o comando de marcha do motor é retirado, o mesmo se aplica se o detetor de rotação deixar de detetar rotação quando o motor já se encontra em marcha.
  - (12) – Lógica para aquisição e tratamento da corrente. Se a corrente do motor for superior ao máximo permitido por um certo período de tempo o comando de marcha é retirado.
  - (13) – Interface com instruções lógicas específicas de cada equipamento que são definidas nas descrições funcionais de cada equipamento e/ou processo a controlar pelo DCS.

Concluindo, o “*Template*” da Figura 3.13 é utilizado em todos os motores da central de cogeração que apresentam características iguais às apresentadas ao longo da descrição da Figura 3.13. Concluídos os “*Templates*”, para os mais variados tipos de equipamentos, é iniciada a Etapa 4 em que são geradas as “*loops*” dos equipamentos com o respetivo “*Template*”.



DNA Explorer - [[EAS1-204296] - Process Area Hierarchy - Repository - Application Engineer]

Object Edit View Design Upload/Download Logs Window Help

DNA Explorer

Repository Virtual

Valmet

**Process Area Hierarchy**

- CEM-TARALE COGENERATION-BIOMASSE DE STRASBOURG
  - APS
    - Lot 01 - Chaudière
    - Lot 02 - Biomasse
    - Lot 03 - Turbine
    - Lot 04 - Aérocondenseur
    - Lot 05 - Utilities
    - Lot 10 - BOP
  - LOT 5 - ELECTRICITY
  - MODBUS TCP/IP
  - Design Accessories
  - Diagnostic modules A1
  - Displays
  - L-BRUCIATORE
  - Not Categorized
  - System Modules
  - TRESLIB
  - TRESLIB 2.0

**Table Data:**

*Identifier	Name	Description	\$(TEMPLATE)	Check State	Package ID	Pr
B4LAC11BS001	Vibration Pompe Eau Alimentaire 1		A10	Externally Checked	AP01	#
B4LAC11BS002	Vibration Pompe Eau Alimentaire 1		A10	Externally Checked	AP01	#
B4LAC11BS101	Défect. Vibration Haute Pompe Eau Alimentaire 1		B10	Externally Checked	AP01	#
B4LAC11BS102	Défect. Vibrat. très haute pompe eau alimentaire 1		B10	Externally Checked	AP01	#
B4LAC11GP001	Pompe Eau Alimentaire 1		M22	Externally Checked	AP02	#
B4LAC11GP001_1	Bouton pous. local : Arrêt moteur pompe eau alimentaire 2		B10	Externally Checked	AP01	#
B4LAC11GP001_2	Bouton pous. Loc. : Marche moteur pompe eau alimentaire 2		B10	Externally Checked	AP01	#
B4LAC11GP001_3	Commutat. : Local/Distance moteur pompe eau alimentaire 2		B10	Externally Checked	AP01	#
B4LAC11GP001_STA	Running time counter with start and stop counters		A00_STA	Externally Checked	AP01	#
B4LAC11GP001BT001A	Protection thermique moteur pompe eau alimentaire 1 A		A10TI	Externally Checked	AP01	#
B4LAC11GP001BT002B	Protection thermique moteur pompe eau alimentaire 1 B		A10TI	Externally Checked	AP01	#
B4LAC11GP001BT003C	Protection thermique moteur pompe eau alimentaire 1 C		A10TI	Externally Checked	AP01	#
B4LAC11GP001BT004D	Protection thermique moteur pompe eau alimentaire 1 D		A10TI	Externally Checked	AP01	#
B4LAC11GP001BT005E	Protection thermique moteur pompe eau alimentaire 1 E		A10TI	Externally Checked	AP01	#
B4LAC11GP001BT006F	Protection thermique moteur pompe eau alimentaire 1 F		A10TI	Externally Checked	AP01	#
B4LAC11GP001BT007G	Protection thermique moteur pompe eau alimentaire 1 G		A10TI	Externally Checked	AP01	#
B4LAC11GP001BT008H	Protection thermique moteur pompe eau alimentaire 1 H		A10TI	Externally Checked	AP01	#
B4LAC11GP001L	Pompe Eau Alimentaire 1		IL-MISSL	Externally Checked	AP02	#
SICB4LAC11GP001	Consigne Vitesse Pomp Eau Alim. 1		H11	Externally Checked	AP01	#
SICB4LAC11GP001L	Consigne Vitesse Pomp Eau Alim. 1		IL-HLSL	Externally Checked	AP01	#

**Annotations:**

- Loops organizadas de acordo com as zonas
- "Loops" criadas de acordo com o respetivo "template".
- Templates de logica com a funcionalidade pretendida para cada grupo.

Figura 3.14: Base de dados da ferramenta utilizada para programação.

Na Figura 3.14 é apresentado o resultado da Etapa 4, em que as “*loops*” dos mais variados equipamentos foram geradas com o respetivo “*Template*” de cada grupo. É ainda visível na Figura 3.14 que as “*loops*” dos equipamentos estão organizadas em diferentes diretórios que têm o nome das zonas processuais onde cada equipamento está instalado fisicamente. A título de exemplo, da Figura 3.14 retira-se que a “*loop*” da bomba “*Pompe Eau Alimentaire 1*” tem como identificação “*B4LAC11GP001*”, foi gerada com “*Template*” “*M22*” e pertence à zona “*Lot 01 – Chaudière*”.

Na Etapa 4 são então geradas todas as “*loops*” dos equipamentos listados nas mais variadas listas de E/S da central de cogeração. Concluída a Etapa 4 é então iniciada a Etapa 5 em que é efetuada a programação segundo as especificações de funcionamento recebidas para as diferentes áreas processuais a controlar, sendo apresentado na Secção 3.2.3 um exemplo prático do trabalho efetuado sob a Etapa 5.

As cinco diferentes etapas apresentadas ao longo da Secção 3.2.1 e que foram colocadas em prática durante o desenvolvimento do *software* de controlo do DCS, permitiram ao aluno compreender o significado e a necessidade de cada etapa. O aluno aprendeu ainda que as etapas dependem umas das outras, não na globalidade do desenvolvimento do *software* de controlo da central de cogeração, mas sim no desenvolvimento do *software* de controlo de cada área processual, ou seja, cada área de processo (Alimentação de Água à Caldeira, Armazenamento e Fornecimento de Biomassa, Ar Primário, Projetado e Secundário, ...) é dividida nas cinco etapas apresentadas e várias áreas podem ser desenvolvidas em paralelo com outras, dependendo da quantidade de pessoas a trabalhar no mesmo projeto.

Analisadas as várias etapas e técnicas colocadas em prática para desenvolvimento do *software* de controlo, e antes de ser analisado um exemplo prático que se enquadra na Etapa 5, é importante perceber como é desenvolvido e em particular quais as técnicas colocadas em prática no desenvolvimento do *software* de supervisão.

### 3.2.2 *Software* de Supervisão

No Capítulo 2, Subcapítulo 2.4, foi analisada a supervisão de um sistema de controlo no que respeita à sua integração e funcionalidade num sistema de controlo, ainda no Subcapítulo 2.4, na Figura 2.13, foi apresentado um exemplo de uma imagem de supervisão. Como complemento ao Subcapítulo 2.4, no presente subcapítulo são apresentadas e analisadas várias partes constituintes do *software* de supervisão, bem como alguns cuidados a ter no seu desenvolvimento.

O *software* de supervisão é principalmente constituído por imagens de operação que representam de uma forma simples e esquemática o processo e/ou máquina a controlar.

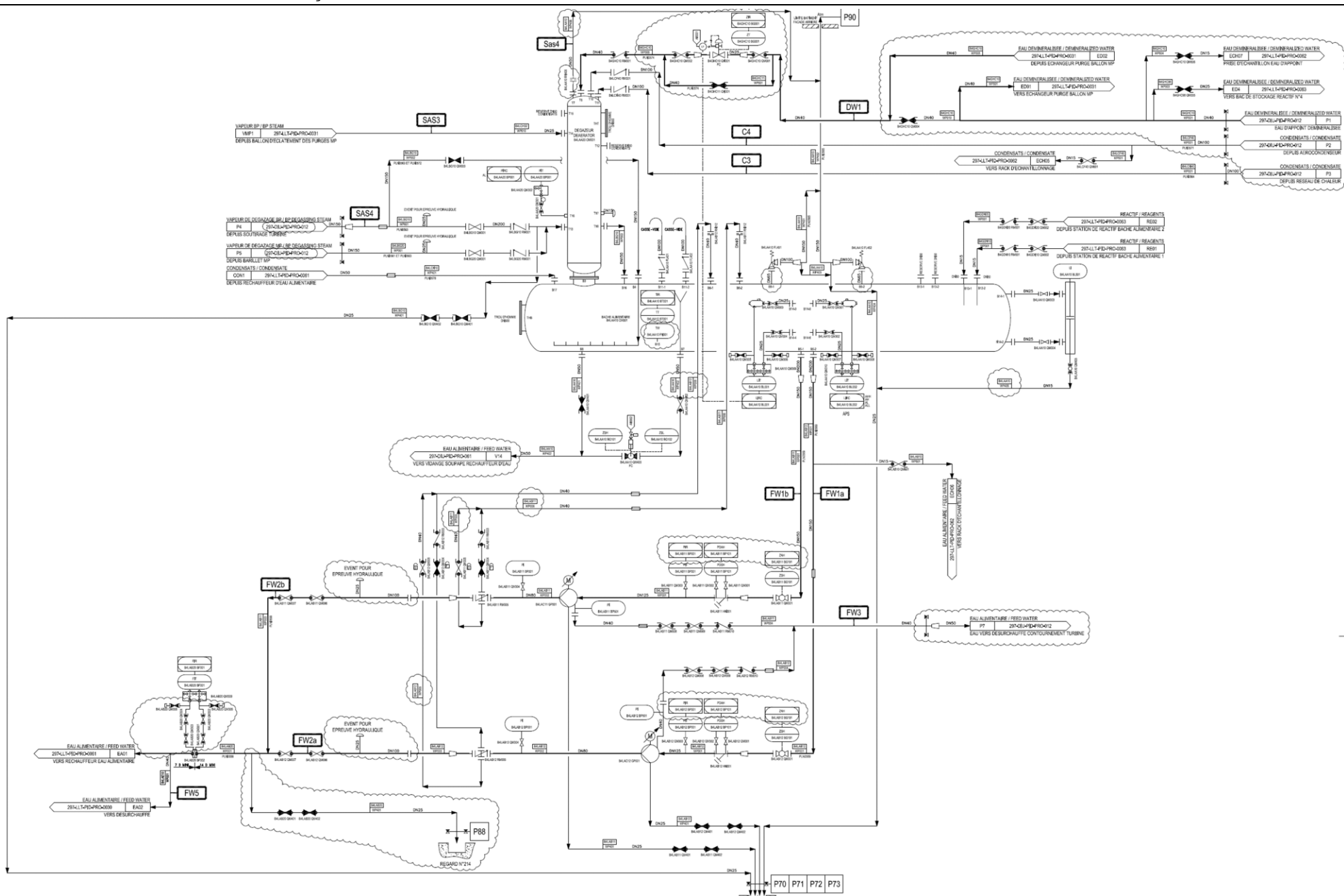
O *software* de supervisão é a interface do homem (Operador) com a máquina e/ou processo industrial. Sendo o *software* de supervisão constituído principalmente por imagens, durante o seu desenvolvimento é necessário ter em conta vários aspetos técnicos e ergonómicos, de modo a que o operador no seu dia-a-dia tenha uma fácil, cómoda e intuitiva interação com a máquina e/ou processo em controlo. Os principais aspetos a ter em conta são:

- As imagens devem representar de forma simplificada e intuitiva a máquina ou processo.

- Criar vários níveis de imagens, em que nas imagens principais é apresentado somente a informação mais importante para o dia-a-dia, e em imagens secundárias apresentar a restante informação que é menos relevante para a operação do dia-a-dia da máquina e/ou processo a controlar.
- Desenvolver imagens específicas para parâmetros e afinação, conhecidas como Imagens de Engenharia.
- Definir o código de cores a usar, de modo a que a mesma cor tenha sempre o mesmo significado e permitir uma boa ergonomia ao utilizador uma vez que este passa uma grande parte do seu dia a olhar para o *software* de supervisão.
- Separar a informação por níveis de acesso, tais como: Operação, Manutenção, Engenharia, Chefias.
- O *software* de supervisão deve também ter um conjunto de ferramentas que permita o utilizador rapidamente detetar e até mesmo resolver anomalias, tais como: páginas de bloqueios, alarmes e histórico.

O *software* de supervisão pode ser desenvolvido segundo imagens fornecidas pelo cliente final, fornecedor de equipamentos e/ou processo. No caso de não existirem estas especificações concretas o *software* de supervisão deve ser desenvolvido segundo os diagramas de processo e instrumentação (P&ID), desenhos técnicos, entre outros desenhos que representem esquematicamente os equipamentos e/ou processos a controlar e supervisionar.

No projeto DCS da central de cogeração a biomassa em análise não foram recebidas imagens nem especificações para o desenvolvimento do *software* de supervisão, sendo que todas as imagens foram desenvolvidas segundo os diagramas de processo e instrumentação. Na Figura 3.15 é apresentado um dos P&ID recebidos e que serviu de base para o desenvolvimento da imagem do *software* de supervisão apresentada na Figura 3.16.



**Figura 3.15: P&ID do reservatório de água e bombas de alimentação de água à caldeira.**

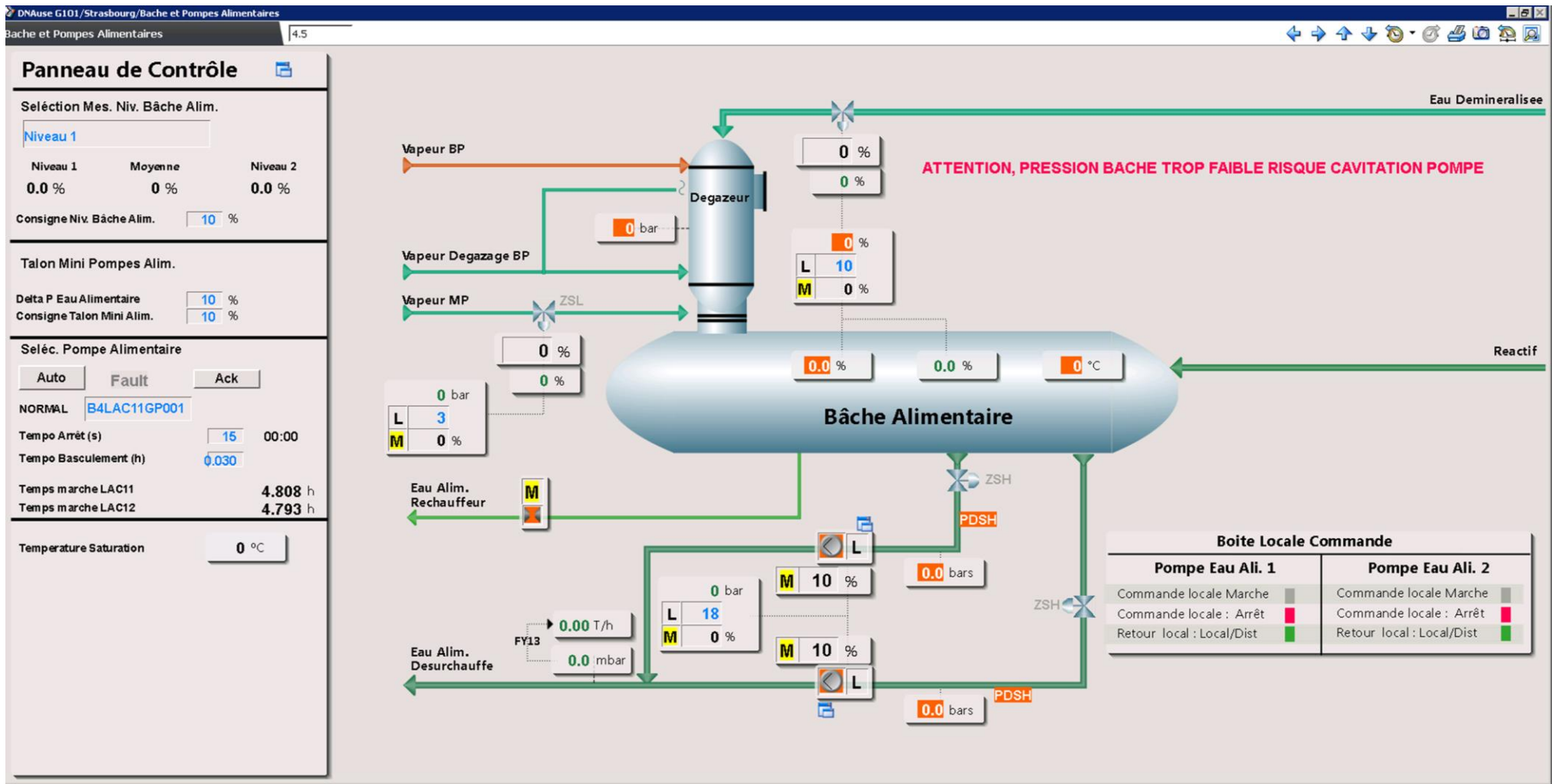


Figura 3.16: Imagem do processo de alimentação de água da caldeira.

Tal como descrito anteriormente, as imagens do *software* de supervisão devem ilustrar de forma simplificada o processo. Na Figura 3.16 é apresentada a imagem do *software* de supervisão referente ao P&ID da Figura 3.15, ilustrando de forma simplificada o processo de alimentação de água, em que o tanque de água “*Bâche alimentaire*” recebe água desmineralizada “*Eau demineralisée*” através do equipamento para retirar ar da água “*Degazeur*” e a água desmineralizada é ainda aquecida com vapor no equipamento que retira o ar da água. Por fim a água é retirada do tanque por meio de 2 bombas que são redundantes e é fornecida à caldeira “*Eau Alim. Desurchauffe*”.

Na imagem da Figura 3.16 é ainda possível verificar o uso de diferentes cores em função do fluido que passa nos tubos. Também a cor de fundo da imagem num tom de cinzento é escolhida para permitir um maior contraste com as outras cores e reduzir os riscos ergonómicos do operador.

Ainda na imagem da Figura 3.16, que ilustra o processo de alimentação de água, verifica-se que só as informações mais relevantes para a operação diária do processo é que são representadas. As informações específicas de cada equipamento e menos relevantes na operação diária do processo, são apresentadas em pequenas imagens conhecidas como Janelas de Monitorização do Inglês “*Monitor Window*” e janelas de equipamento “*Loop Window*”. Este tipo de informação menos relevante na operação diária não deixa de ser importante uma vez que apresenta informação muito relevante para detetar e solucionar problemas e avarias.

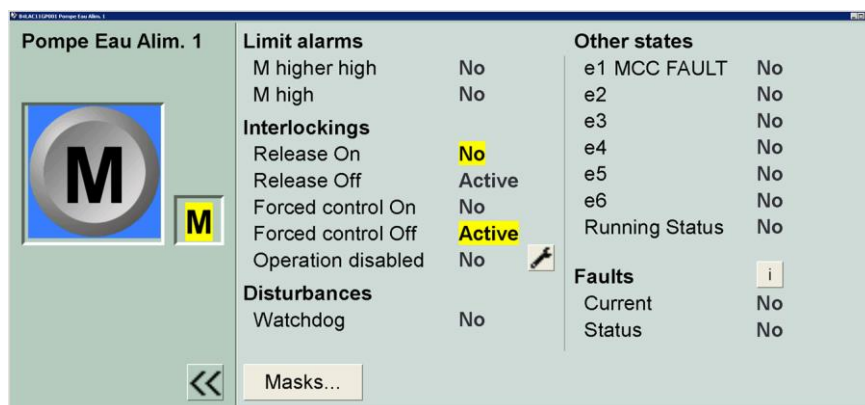
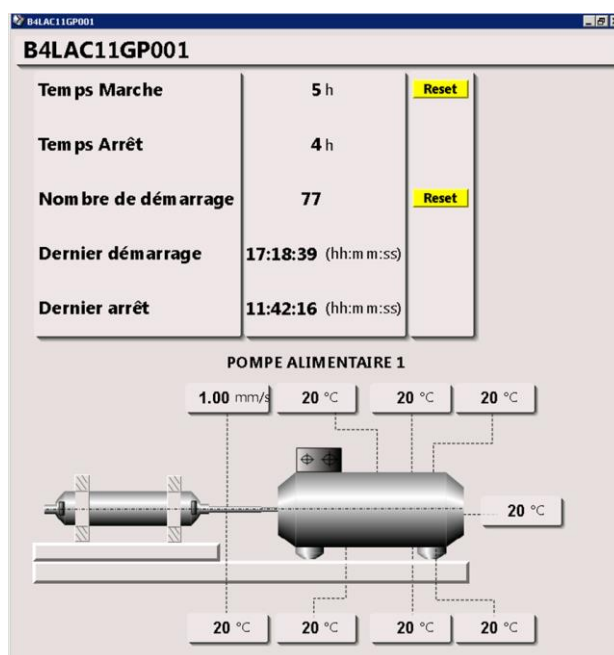


Figura 3.17: Janelas de Equipamento “*Loop Window*” da bomba de alimentação de água 1.

A “*Loop Window*” apresentada na Figura 3.17 apresenta informação específica do respetivo motor onde é possível verificar que o motor não tem permissão para arrancar “*Release On*”. O modo de operação está forçado a paragem “*Forced control Off*”, não existe falha elétrica “*MCC FAULT*” e o estado do motor é parado “*Running Status*”, sendo que o estado parado do motor também é apresentado pela cor cinzenta. Uma vez que estamos a trabalhar num DCS as “*Loop Window*” são imagens que já existem por defeito para os mais variados tipos de equipamentos. Para esta ser ativada basta que no *software* de controlo seja ativada essa função. No DCS deste projeto são os pontos (8) e (9) da Figura 3.13 que ativam o uso da “*Loop Window*” apresentada na Figura 3.17.



**Figura 3.18:** Janela de monitorização “Monitor Window” da bomba de alimentação de água 1.

À semelhança da “Loop Window” a “Monitor Window” também apresenta informações específicas do respetivo equipamento, máquina e/ou processo, sendo que a “Monitor Window” já não existe por defeito e tem que ser desenvolvida especificamente para cada caso. Na Figura 3.18 apresenta-se um exemplo da “Monitor Window” referente à bomba de alimentação de água 1, onde são representadas informações sobre a temperatura e vibração do motor assim como tempo de funcionamento “Temps Marche”, número de arranques “Nombre de démarrage” entre outras informações e funcionalidades.

Nos aspetos a ter em conta no desenvolvimento do *software* de controlo foi também mencionado anteriormente que devem existir imagens específicas para parâmetros e afinação, conhecidas como Imagens de Engenharia. Estas imagens permitem que os engenheiros e fabricantes das máquinas e/ou processos possam ajustar e afinar o funcionamento da respetiva máquina e/ou processo, sendo este processo de ajuste e afinação conhecido como “*Tuning*”. Sendo as imagens de engenharia criadas para uso dos engenheiros e fabricantes, normalmente os operadores podem consultar estas imagens, mas não conseguem alterar os valores, daí a necessidade de separar a informação e imagens por níveis de acesso.

Na Figura 3.19 é apresentado um exemplo de uma imagem de engenharia, em que os valores apresentados a cor azul são ajustáveis para adaptar e afinar o funcionamento dos respetivos equipamentos e/ou processo. A título de exemplo, a função “Débit Air Prim. (Nm<sup>3</sup>/h)”, na imagem da Figura 3.19, permite ao fabricante da caldeira ajustar o débito do caudal de ar primário em função do objetivo de carga da caldeira. É também possível verificar a que o ar projetado arranca “Marche Dist. Air Proj.” quando a temperatura “Temp. Voute Foyer” é superior a 250°C. Caso seja necessário alterar a temperatura de arranque do ar projetado basta que o responsável pelo ajuste de funcionamento da caldeira introduza na página da Figura 3.19 o novo valor desejado.



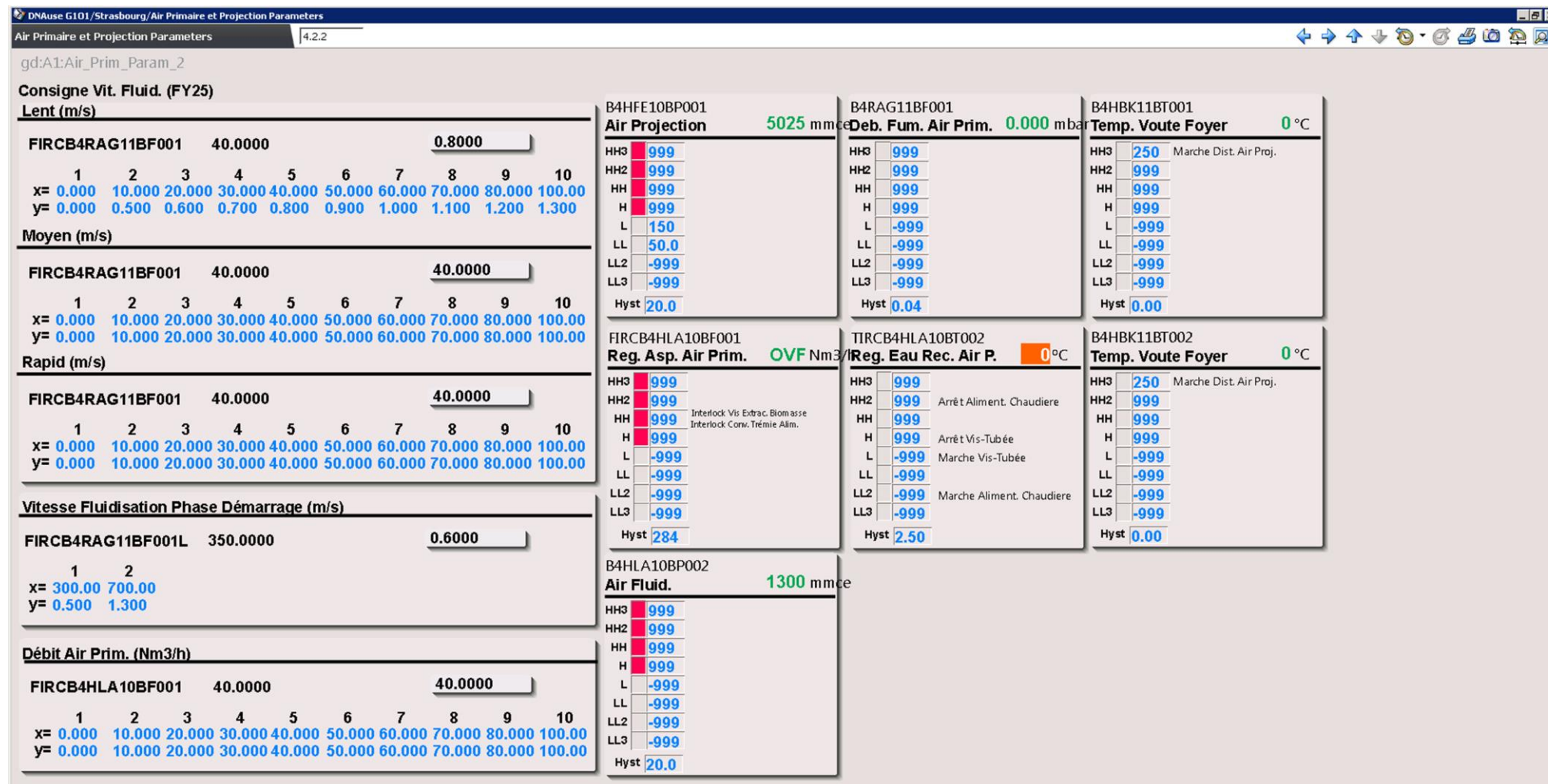


Figura 3.19: Exemplo de uma imagem de engenharia para afinação do processo.



Nos aspetos a ter em conta no desenvolvimento do *software* de controlo foi ainda mencionado que o *software* de supervisão deve ter um conjunto de ferramentas que permitam ao utilizador rapidamente detetar e até mesmo resolver anomalias. Estas ferramentas, numa operação normal e sem problemas, são simplesmente consultadas a título informativo. Em caso de avaria ou anomalia, estas ferramentas devem permitir que o operador identifique rapidamente o problema e a sua causa, para que seja possível repor a normalidade de funcionamento no menor curto espaço de tempo. Caso o operador não consiga restabelecer a normalidade, estas ferramentas devem conter informações necessárias para que o operador possa dotar os técnicos de manutenção com o maior detalhe possível sobre o problema e/ou avaria.

Entre outras ferramentas que permitam ao utilizador rapidamente detetar e até mesmo resolver anomalias, seguem alguns exemplos:

- **Histórico de variáveis**

Os históricos de variáveis permitem observar a variação do estado das variáveis executadas pelo CPU ao longo do tempo. A imagem de Figura 3.20 apresenta um exemplo de histórico de um controlador PID em que é possível verificar a reposta da pressão (cor azul) em função da saída do controlador PID (cor cinzenta).

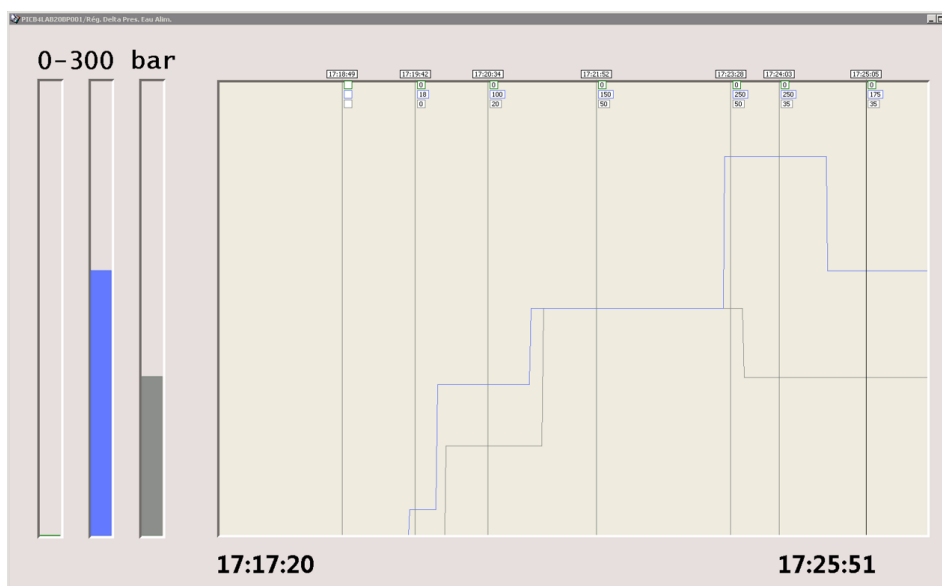


Figura 3.20: Exemplo de histórico das variáveis de processo.

- **Páginas de bloqueios e permissões**

Este tipo de páginas informa das condições que estão a bloquear o respetivo equipamento e até mesmo as condições responsáveis pela mudança de estado do respetivo equipamento. Na Figura 3.17 verificou-se que o modo de operação do motor é forçado a paragem. Sendo a imagem da Figura 3.21 a sua página de bloqueios, retira-se que o motor não pode arrancar devido às quatro condições com o triângulo a amarelo, o nível do tanque de água ser demasiado baixo “*Niv. Très Basse Bache Alimentaire <LL (0 % < 20 %)*”, não abertura da válvula da bomba de alimentação “*Non Ouv. Vanne Pmp Alim.*”, pressão baixa na bomba de alimentação “*Press. Basse Pmp Alim1*” e por fim vibração elevada na bomba de alimentação “*Vib. Très Haute Pmp Alim. 1*”.

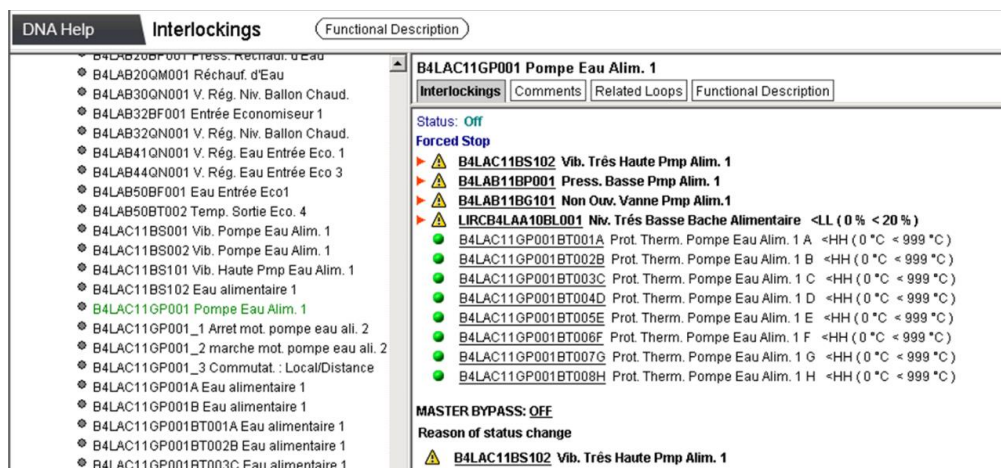


Figura 3.21: Exemplo de pagina de bloqueios da bomba.

### • Páginas de alarmes

As páginas de alarmes efetuam o registo e apresentam os eventos que podem colocar em causa o bom funcionamento dos equipamentos e/ou processos, alertando os operadores para a necessidade de uma eventual intervenção por parte do operador ou equipa de manutenção. Na Figura 3.22 é apresentado um exemplo de uma página de alarmes em que é possível verificar que existem vários alarmes ativos tal como a temperatura de saída do economizador 4 “Temp. Sortie Eco. 4” está baixa “Meas. < LL”. Verifica-se ainda que os alarmes têm vários níveis de prioridade representada pelo número de triângulos e pela sua cor.

Ack.	Time	Priority	Area	Origin	Tag	Tag Description	Message
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 11:53:34:509	▲▲▲		1	B4LAB32BF001	Entrée Economiseur 1	Meas. < LL
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 11:53:40:851	▲▲▲		1	B4LAB50BT002	Temp. Sortie Eco. 4	Meas. < LL
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 11:59:08:721	▲▲▲		1	B4MAG20AN001	Mot. Ventilateur 1	MCC FAULT
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 11:59:11:769	▲▲▲		1	B4MAG20AN002	Mot. Ventilateur 2	MCC FAULT
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 11:59:12:069	▲▲▲		1	B4MAG20AN003	RECHAUF. RED. 1	MCC FAULT
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 11:59:14:856	▲▲▲		1	B4MAG20AN004	RECHAUF. RED. 2	MCC FAULT
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:03:29:553	▲▲▲		1	B4RAF20GQ001BY	Vent. Tirage	IL BYPASS
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:03:51:318	▲▲▲		1	B4RBA40BP001	Press. Diff. Décolmatage	Meas. > HL
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:04:47:535	▲▲▲		1	B4LAA10BL010AL	Niv. Bâche Alim.	ECART MESURE
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:04:48:699	▲▲▲		1	BP_Q	PUISS. ECHANGE SUR BP	Io-fault
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:05:20:526	▲▲▲		1	F3EAB10GL005MA002	Dépoteur 1	MCC FAULT
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:05:20:526	▲▲▲		1	F3EAB10GL005MA002	Dépoteur 1	SAFETY SWITCH
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:05:36:165	▲▲▲		1	F3EAB10QQ005MA002	Dépoteur 1	MCC FAULT
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:05:36:165	▲▲▲		1	F3EAB10QQ005MA002	Dépoteur 1	SAFETY SWITCH
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:05:45:895	▲▲▲		1	F3EAB12GL005MA002	Dépoteur 2	MCC FAULT
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:05:45:895	▲▲▲		1	F3EAB12GL005MA002	Dépoteur 2	SAFETY SWITCH
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:06:01:524	▲▲▲		1	F3EAB12QQ005MA002	Dépoteur 2	MCC FAULT
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:06:01:524	▲▲▲		1	F3EAB12QQ005MA002	Dépoteur 2	SAFETY SWITCH
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:06:39:803	▲▲▲		1	F3EAC26BL_AVE	Average	Io-fault
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:08:26:613	▲▲▲		1	F5PGA30BT001	Temp Départ eau de refr.	Meas. < LL
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:09:07:772	▲▲▲		1	FIRCB4LAB50BF001	Rég. Déb. Eau. Eco 1	Meas. < LL
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:09:07:861	▲▲▲		1	FIRCB4LAB10BF001	Rég. Déb. Vap. Surch.	Meas. < LL
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:09:58:898	▲▲▲		1	LIRCB4LAA10BL001	Rég. Niv. Bâche Alim.	Meas. < LL
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:10:04:859	▲▲▲		1	MP_Q	PUISS. ECHANGE SUR MP	Io-fault
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:10:08:234	▲▲▲		1	POIMP-ALIM-CHG-WORK	Low Work	Low Work
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:10:39:970	▲▲▲		1	TAHB4LAB50BT002	Risque Vapor. Eco. 4	Mea. HH
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:10:43:324	▲▲▲		1	TIRCB4HLA10BT002	V. Rég. Eau Rech. Air Prim.	Meas. < LL
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:10:46:387	▲▲▲		1	TIRCB4LAB50BT001	Rég. Temp. Eau. Eco 1	Meas. < LL
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:10:46:574	▲▲▲		1	TIRCB4RAF40BT001	Rég. Temp. Fum. Eco 1	Meas. < LL
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:10:46:674	▲▲▲		1	Teste_Ent	AM BASIC	Io-fault
<input checked="" type="checkbox"/>	16-12-11 12:15:14:297	▲▲▲		1	B4HFB12-APS_SECU	1ER DEFAULT BIOMASSE	DECLENCHÉ

Figura 3.22: Exemplo de página de alarmes e ocorrências.

A título de recomendação e para concluir o a Secção 3.2.2, durante o desenvolvimento do *software* de supervisão, este deve ser testado em modo de simulação em conjunto com o *software* de controlo, para garantir uma boa continuidade no desenvolvimento.

Uma vez concluída a aplicação de supervisão e controlo, um bom teste ao *software* de supervisão por parte da equipa de desenvolvimento é tentar operar em modo de simulação a máquina ou processo, sem ter que recorrer ao *software* de controlo. Resumindo, sempre que for necessário analisar a lógica de controlo para detetar e/ou resolver avarias, ou simplesmente para operar a máquina e/ou processo, significa que o *software* de supervisão ainda necessita de melhorias. É de lembrar que o *software* de supervisão é o “espelho” do DCS assim como da máquina e/ou processo a controlar.

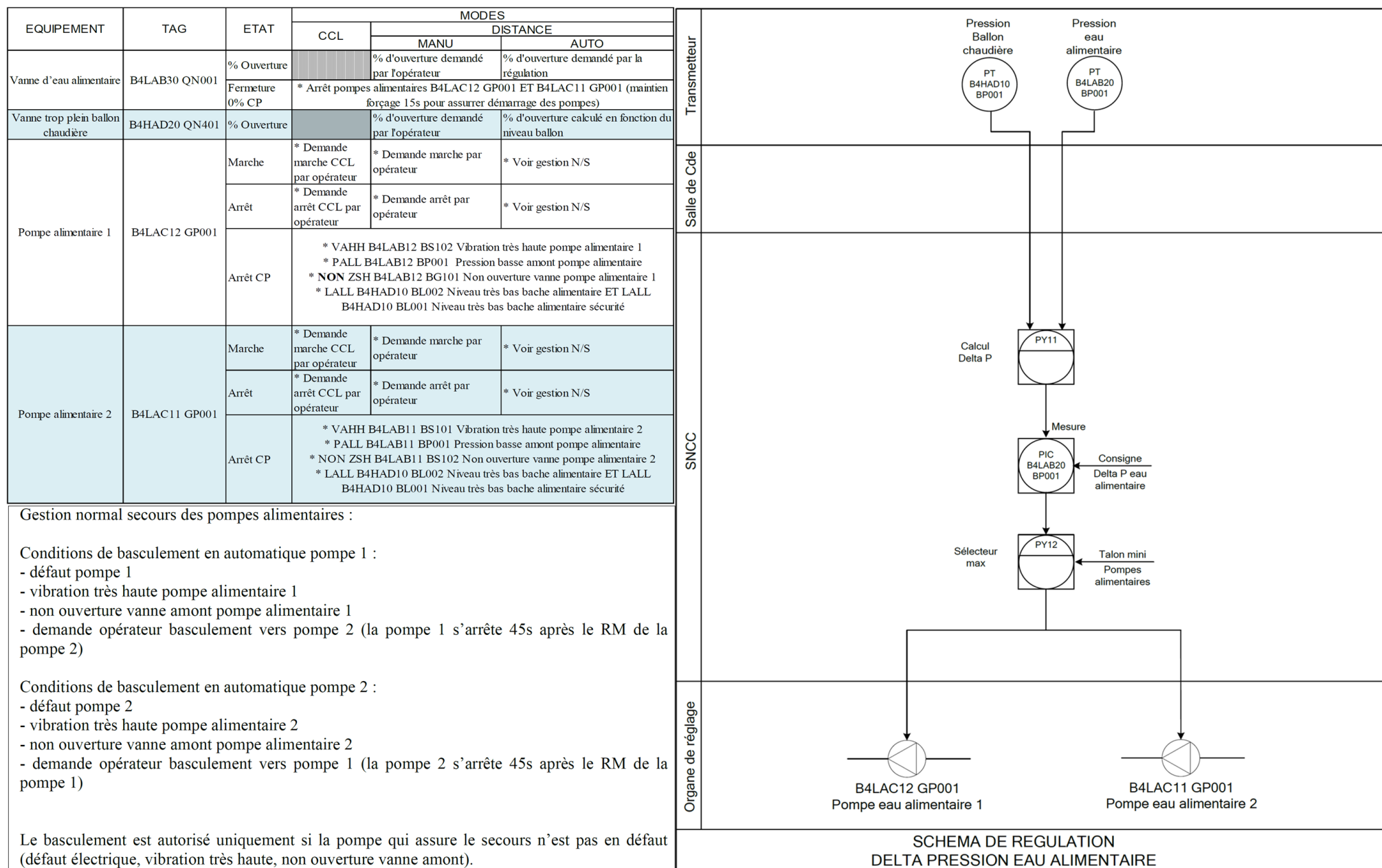
### 3.2.3 Exemplo de Desenvolvimento do *Software* de Controlo e Supervisão

Na Secção 3.2.1 foram analisadas várias técnicas para desenvolvimento de *software* de controlo e supervisão aplicado aos DCS. Ao longo desta secção é apresentado um exemplo prático do *software* de controlo das bombas de alimentação de água à caldeira e respetivo *software* de supervisão, onde os passos apresentados referentes a *software* de controlo se enquadram na Etapa 5, introduzida na Secção 3.2.1. É efetuada a programação específica de cada equipamento segundo as especificações de funcionamento recebidas para as diferentes áreas processuais (Alimentação de Água à Caldeira, Armazenamento e Fornecimento de Biomassa, Ar Primário, Projetado e Secundário, ...) a controlar pelo DCS.

Uma vez que o exemplo prático a apresentar nesta secção se enquadra na Etapa 5, nas Figuras 3.23 e 3.24 é apresentado um resumo da descrição funcional que a Optieng recebeu, referente às bombas de alimentação de água à caldeira. As especificações apresentadas nas Figuras 3.23 e 3.24 foram usadas para programar as instruções de funcionamento específicas dos equipamentos mencionados ao longo da descrição funcional.

Repère	Fonction	Entrées	Sortie	Formule opérateur	Paramètres de réglages
PY11	Calcul delta P eau alimentaire	E1 : B4HAD10 BP001 (bar) E2 : B4LAB20 BP001 (bar)	S : delta pression eau alimentaire (bar)	Opérateur : $S = E1 - E2$	
PY12	Talon mini pompes alimentaires	E1 : sortie PIC B4LAB20 BP001 (%) E2 : Talon mini pompe alimentaire (%)	S : consigne vitesse pompes alimentaires (%)	Opérateur : $S = MAX[E1; E2]$	Talon mini vitesse pompes alimentaires

**Figura 3.23: Resumo da descrição funcional das bombas de alimentação de água à caldeira (parte 1 de 2).**



**Figura 3.24: Resumo da descrição funcional das bombas de alimentação de água à caldeira (parte 2 de 2).**

Segundo a descrição funcional da Figura 3.24, existem 2 bombas de alimentação de água, “Pompe alimentaire 1” e “Pompe alimentaire 2”, com as identificações “B4LAC12GP001” e “B4LAC11GP001” respectivamente, em que o operador pode arrancar e parar as bombas em modo local a partir de comandos locais “MODES/CCL” ou a partir do sistema de supervisão em modo distante manual “MODES/DISTANCE/MANU”.

A função de arrancar o motor em modo distante e manual a partir da supervisão é uma funcionalidade por defeito no bloco do motor. Então, quando o motor se encontra em modo manual na “Loop Window” do motor (Figura 3.25) é possível ver o “M” com cor de fundo amarela, ainda na Figura 3.25 é possível ver os botões de arranque e paragem manual.

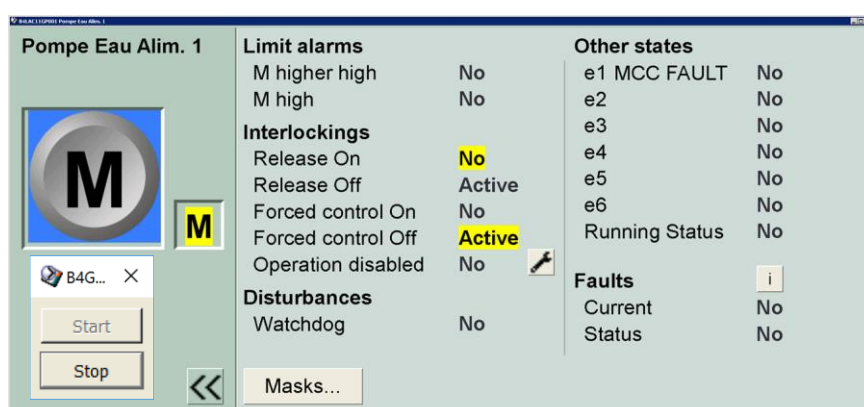


Figura 3.25: “Loop Window” da bomba de alimentação de água 1 “B4LAC12GP001”.

O arranque local também existe por defeito no bloco do motor. Apenas é necessário definir as variáveis de entrada digitais a usar na comutação do modo local e distante, no arranque e na paragem do local. Definidas as variáveis de E/S, estas são ligadas nas respetivas interfaces do “Template”, criado durante a Etapa 3. No caso em análise as interfaces em questão são apresentadas na Figura 3.26 como “TO LOCAL”, “LOCAL START” e “LOCAL STOP”.

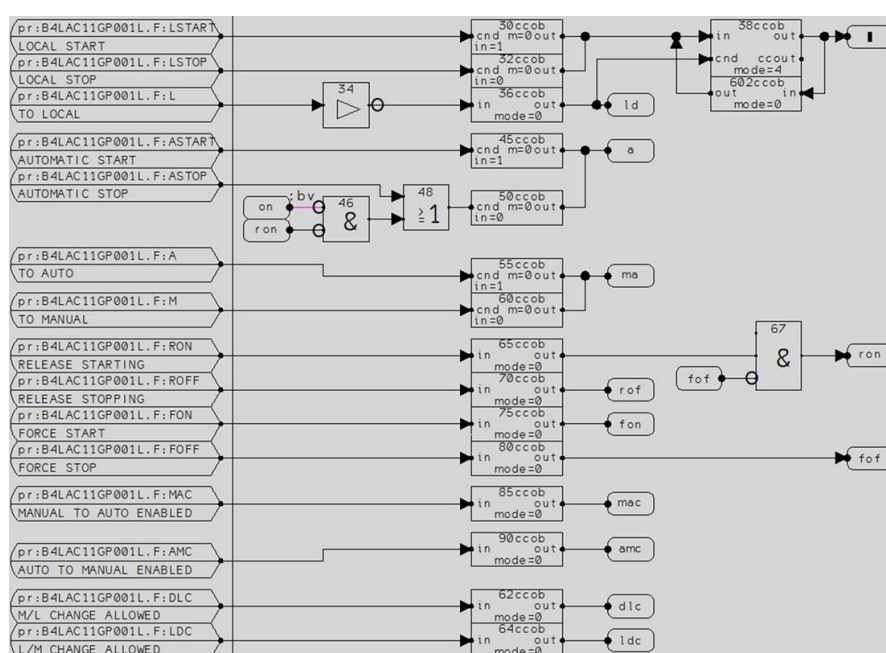


Figura 3.26: Pormenor da interface com instruções lógicas específicas de cada equipamento.



Continuando a análise da descrição funcional da Figura 3.24, verifica-se que em modo automático “MODES/DISTANCE/AUTO” o operador a partir da supervisão manda arrancar a alimentação de água e que a bomba seleccionada como principal, “B4LAC12GP001” ou “B4LAC11GP001”, entra em funcionamento enquanto a bomba não seleccionada é redundante, ou seja, em caso de falha ou paragem inadvertida da bomba principal a bomba redundante entra em serviço automaticamente.

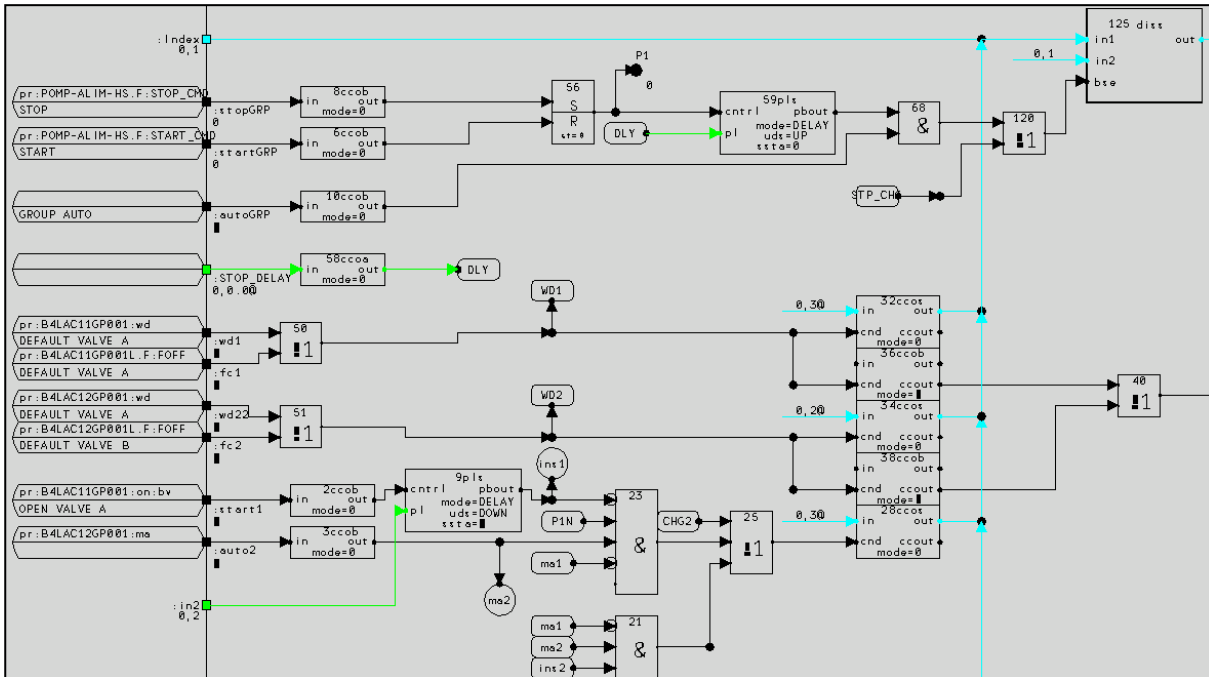


Figura 3.27: Exemplo do software de controlo para a redundância das bombas.

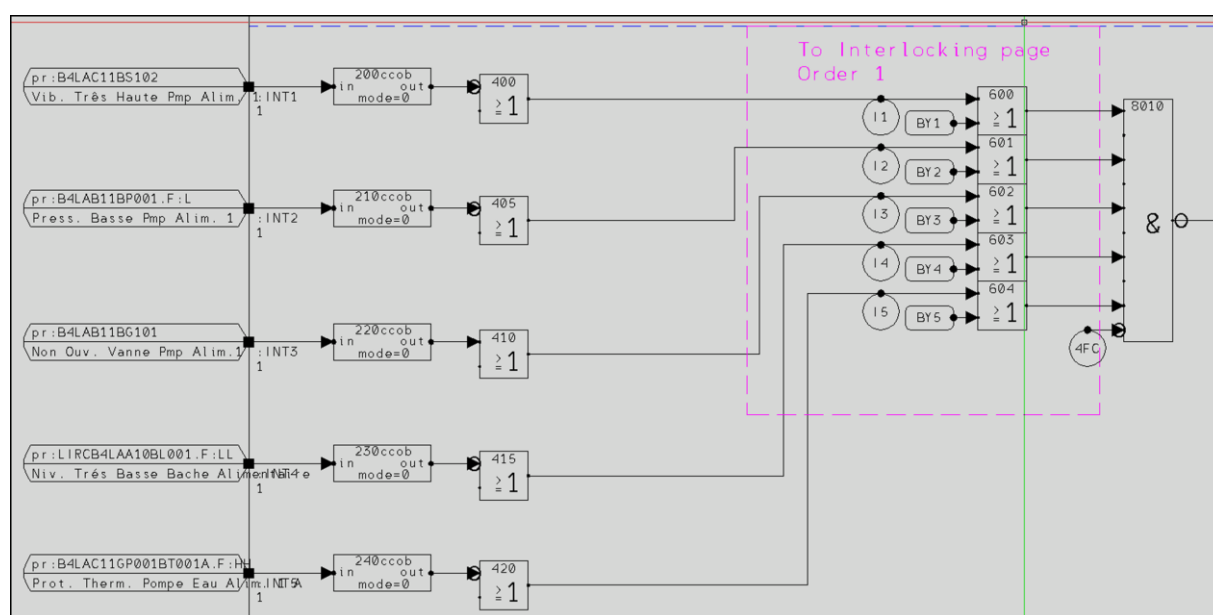
Para este tipo de funcionalidade foi também elaborado um “Template” (Figura 3.12) com as funcionalidades descritas no parágrafo anterior, uma vez que esta lógica de redundância é requerida inúmeras vezes nas descrições funcionais. Após a conclusão do “Template”, sempre que existam dois equipamentos redundantes, são simplesmente preenchidas as entradas com as TAGs dos equipamentos redundantes. No exemplo da Figura 3.27 as bombas “B4LAC12GP001” e “B4LAC11GP001”.

Seléc. Pompe Alimentaire	
Auto	Fault
Ack	
NORMAL	B4LAC11GP001
Tempo Arrêt (s)	15 00:00
Tempo Basculement (h)	0.030
Temps marche LAC11	4.808 h
Temps marche LAC12	4.793 h

Figura 3.28: Exemplo do software de supervisão para a redundância das bombas.

Para interação do operador com a o *software* de controlo apresentado na Figura 3.27, no *software* de supervisão foi criada a imagem da Figura 3.28, em que o operador pode seleccionar no campo “*NORMAL*” qual a bomba principal, verificar o tempo de marcha “*Temps marche*” de ambas as bombas, definir o tempo de atraso na paragem da bomba em funcionamento “*Tempo Arrêt(s)*” e por fim o operador pode ainda definir o tempo de paragem “*Tempo Basculement (h)*” da bomba em funcionamento, quando existe uma comutação da bomba principal para a bomba redundante.

No resumo da descrição funcional na Figura 3.24 ambas as bombas, “*B4LAC12GP001*” e “*B4LAC11GP001*”, têm condições permanentes de paragem “*Arrêt CP*”, condições estas conhecidas como encravamentos. Da descrição funcional retira-se que os encravamentos são a vibração muito alta “*VAHH B4LAB12 BS102 Vibration très haute pompe alimentaire 1*”, a pressão baixa “*PALL B4LAB12 BP001 Pression basse amont pompe alimentaire*”, a válvula não aberta “*NON ZSH B4LAB12 BG101 Non ouverture vanne pompe alimentaire 1*”, o nível baixo do tanque de água e o nível de segurança muito baixo no tanque de alimentação “*LALL B4HAD10 BL002 Niveau très bas bache alimentaire ET LALL B4HAD10 BL001 Niveau très bas bache alimentaire sécurité*”.



**Figura 3.29:** Exemplo do *software* de controlo dos encravamentos da bomba B4LAC11GP001.

Assim, a programação dos encravamentos anteriormente descritos é também feita sob um “*Template*” criado para encravamentos, e a programação dos encravamentos, tal como demonstrado na Figura 3.29, passa principalmente por definir as variáveis nas entradas da lógica já elaborada no “*Template*” dos encravamentos, e em que o resultado da lógica dos encravamentos tem como interface com o bloco do motor o ponto “*FORCE STOP*” na Figura 3.26.

A programação deverá permitir ao operador verificar o estado dos encravamentos programados na Figura 3.29. O DCS da Valmet tem uma ferramenta no *software* de supervisão que vai verificar o estado do encravamento, qual o primeiro encravamento que fez parar o motor e ainda permitir ignorar um determinado encravamento.

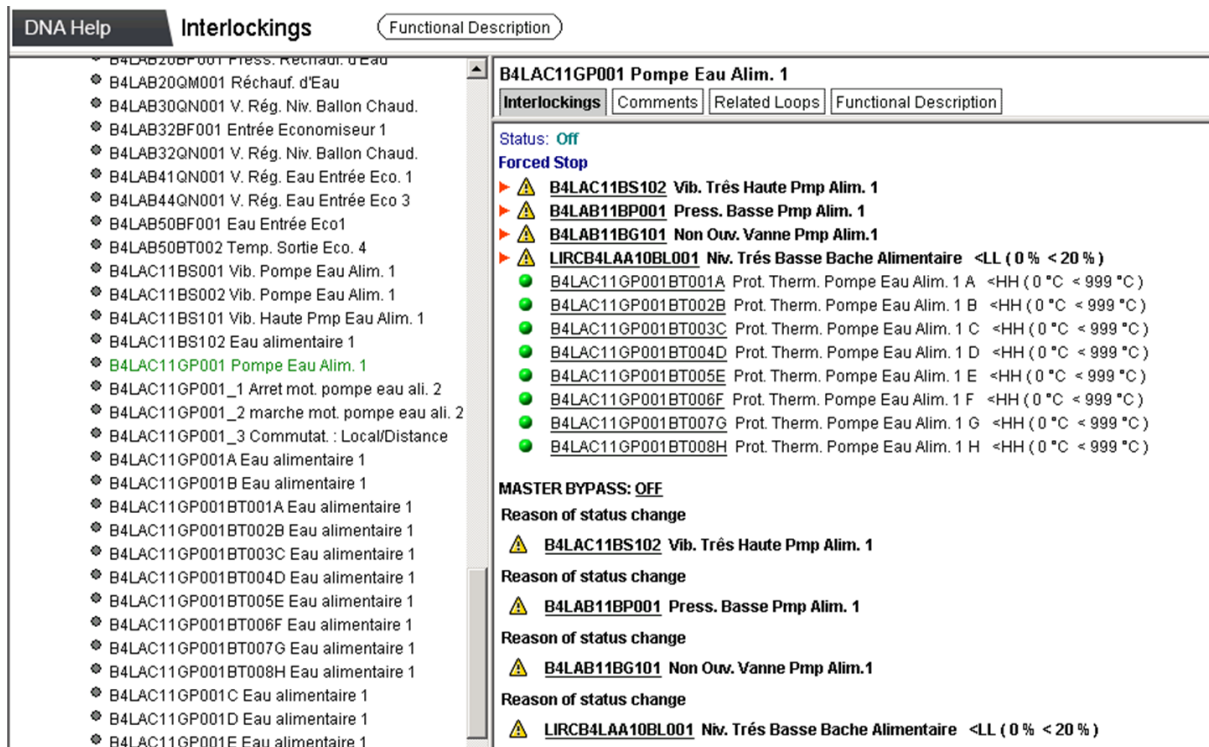


Figura 3.30: Exemplo *software* de supervisão dos encravamentos da bomba “B4LAC11GP001”.

Para interação do operador com a o *software* de controlo dos encravamentos apresentado na Figura 3.29, no *software* de supervisão foi gerada de forma automática a imagem do *software* de supervisão apresentada na Figura 3.30.

Ainda na Figura 3.24, é apresentado um diagrama lógico referente ao controlo de velocidade das bombas “B4LAC12GP001” e “B4LAC11GP001”. Observando este diagrama, se a diferença de pressão entre a pressão do tanque da caldeira e a pressão da água de alimentação for inferior ao objetivo definido (“Setpoint”), a bomba em funcionamento aumenta a sua velocidade e, se diferença de pressão entre a pressão do tanque da caldeira e a pressão da água de alimentação for superior ao objetivo definido (“Setpoint”), a bomba em funcionamento reduz a sua velocidade. Neste tipo de controlo em que é controlada a diferença de pressão entre o tanque da caldeira e a água de alimentação é utilizado um controlador Proporcional, Integral e Derivativo (PID) que tem como identificação “PICB4LAB20BP001”. Tal como prática anterior foi definido um “Template” para os controladores PID.

Na imagem da Figura 3.31 é apresentada a “loop” do *software* de controlo do controlador “PICB4LAB20BP001”, em que a “loop” do controlador “PICB4LAB20BP001” usa um bloco PID “600 pid” existente nas bibliotecas e a medida do controlador é proveniente de um cálculo “PY11”.

O cálculo “PY11”, tal como descrito na Figura 3.23, é o cálculo da diferença de pressão da alimentação de água à caldeira “Calcul delta P eau”.



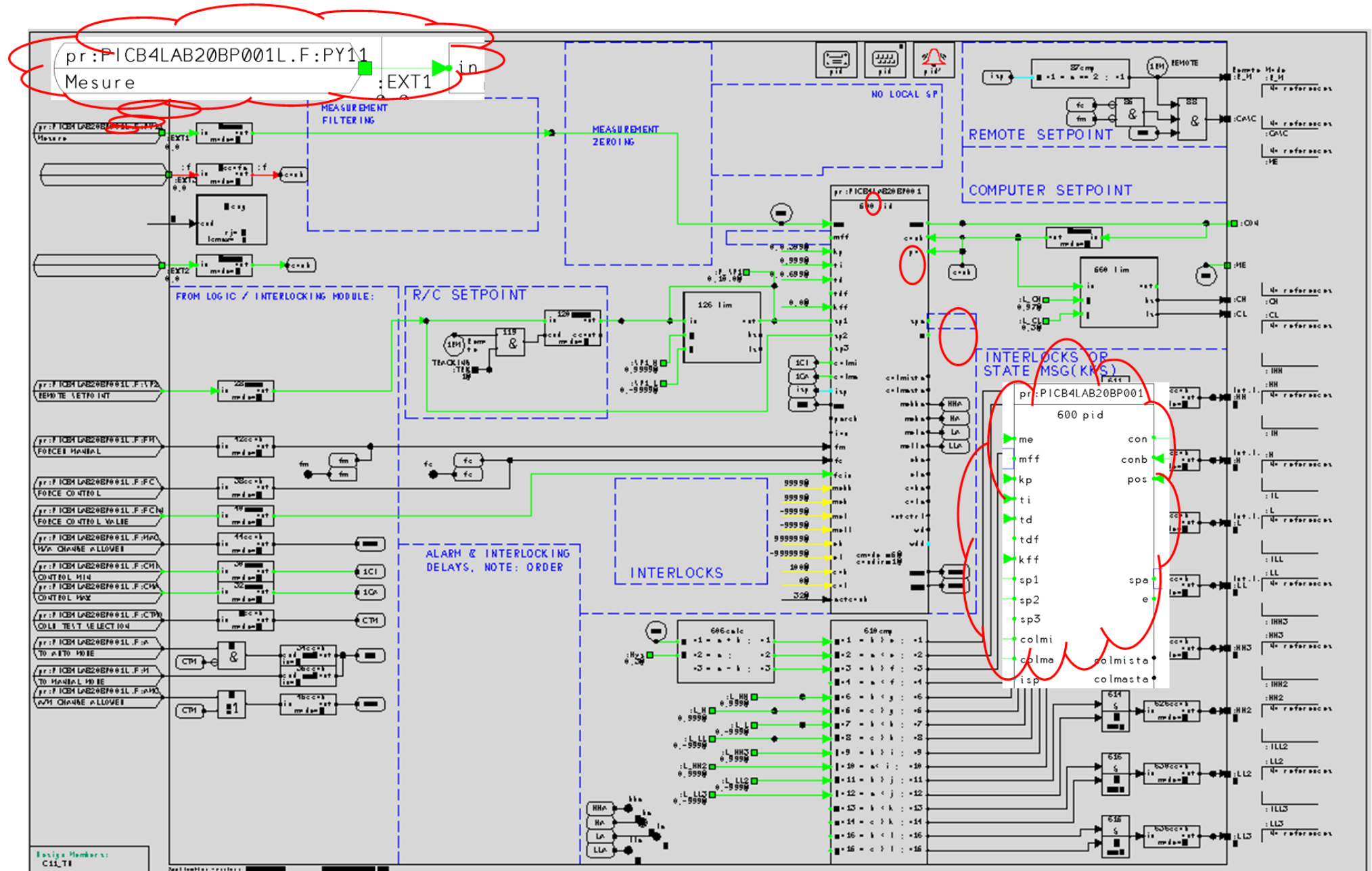


Figura 3.31: Exemplo do software de controle do controlador PID "PICB4LAB20BP001", usado para controle da diferença de pressão.

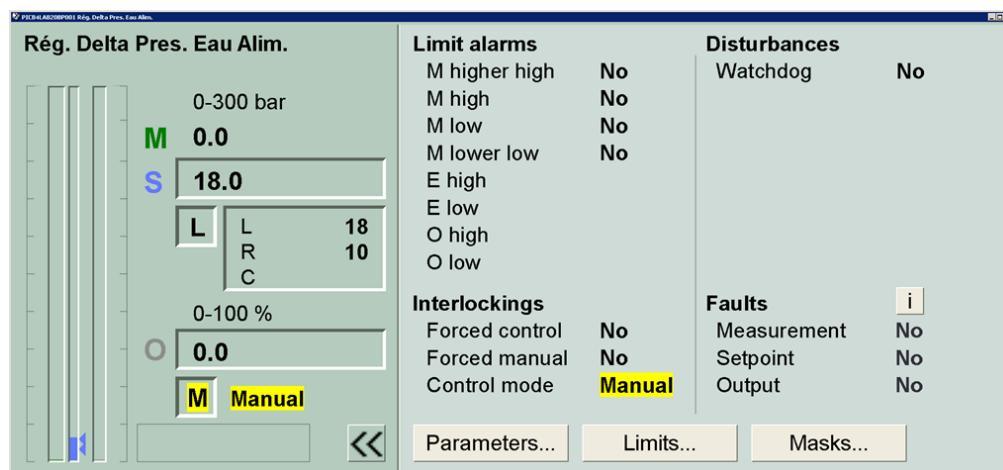


Figura 3.32: Exemplo do *software* de supervisão “Loop Window” do controlador PID “PICB4LAB20BP001”, usado para controlo da diferença de pressão.

Para interação do operador com a o *software* de controlo do controlador “PICB4LAB20BP001” apresentado na Figura 3.31, no *software* de supervisão foi criada automaticamente a “Loop Window” apresentada na Figura 3.32.

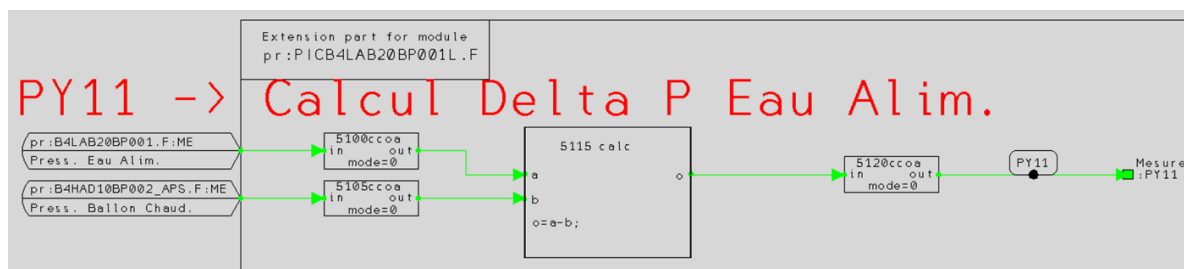


Figura 3.33: Cálculo da diferença de pressão “PY11”.

Por sua vez, na Figura 3.33 é apresentado o *software* de controlo para cálculo da função “PY11”, em que é efetuada a subtração da pressão “PTB4LAB20BP001” com a pressão “PTB4HAD10BP001”, o cálculo “5115 calc”. O resultado do cálculo “PY11” é a medida do controlador PID da Figura 3.31, que por sua vez é a variável com o processo a controlar.

Por fim, no diagrama lógico da Figura 3.24, verifica-se que a saída do PID “PICB4LAB20BP001” está ligada à função “PY12”.

A função “PY12” tal como definida na descrição funcional da Figura 3.23 seleciona o maior valor entre a saída do controlador PID “PICB4LAB20BP001” e o valor mínimo definido pelo operando “Talon mini pompe alimentaire”.



Figura 3.34: Exemplo do *software* de supervisão para definir o valor mínimo de velocidade das bombas de alimentação de água.



### 3.3 Testes de Aceitação de Fábrica

Os Testes de Aceitação de Fábrica ou do Inglês, *Factory Acceptance Tests* (FAT), são testes efetuados em simulação antes de instalar o DCS na central de cogeração.

No projeto descrito neste relatório, e por um período de 3 semanas, a equipa do DCS, onde o aluno estava incluído, esteve reunida com o cliente final e com os fornecedores de equipamentos e processos, com o objetivo de testar todas as funcionalidades do *software* de controlo e supervisão, para garantir que todas as funcionalidades mencionadas nas descrições e diagramas funcionais, estavam de acordo com o especificado e necessário para a realidade de funcionamento da central de cogeração.

Este modo de simulação é bastante interessante e importante, uma vez que é possível simular o funcionamento da central de cogeração, permitindo:

- Que a equipa de desenvolvimento do projeto DCS encontre defeitos e/ou erros existentes no *hardware* e *software* constituintes do DCS e os possa corrigir.
- Os fornecedores de equipamentos e/ou processos podem ajustar as suas descrições funcionais ou até mesmo alterá-las.
- O cliente final verifica o produto adquirido.
- O arranque da central é feito com mais confiança, uma vez que todos os intervenientes já observaram a aplicação do DCS a funcionar.

Nos FAT do presente projeto não foi testado o *hardware* por impossibilidade de tempo, sendo recomendado que durante os FAT, sempre que possível, seja testado por completo todo o âmbito de fornecimento.

Após a conclusão dos Testes de Aceitação de Fábrica são corrigidos todos os defeitos e/ou erros encontrados no decorrer dos FAT e aqueles que não foi possível corrigir no decorrer dos testes. Após os defeitos e erros estarem corrigidos o sistema DCS está pronto para ser efetuada a sua instalação na central de cogeração.

É de salientar que esta atividade, os FAT, são de extrema importância uma vez que permitem encontrar e corrigir defeitos e/ou erros cometidos pelas partes envolvidas no projeto DCS. Uma vez ignorados os FAT, todos os defeitos e/ou erros que podem ser corrigidos num ambiente de simulação vão aparecer na fase de comissionamento e arranque o que pode levar a grandes problemas tais como, atrasos no arranque da central de cogeração, danos em equipamentos e ainda em casos mais graves colocar a integridade das pessoas em risco.

### 3.4 Comissionamento, Arranque e Ajustagem da Central

Comissionamento é a fase em que são verificados e testados os equipamentos constituintes da central de cogeração em modo manual e com a instalação totalmente em vazio. Durante o comissionamento são colocados em prática vários procedimentos de testes tais como:

- Verificar todas as variáveis de entrada e saída do DCS (testes de E/S), de modo a garantir que estas estão ligadas nos endereços corretos do DCS e garantir que estes aparecem nos respetivos elementos do *software* de supervisão.
- Calibração de instrumentos.
- Teste do sentido de rotação dos motores desacoplados do elemento acionado. Após o arranque bem-sucedido em modo manual a partir do DCS, os motores são acoplados ao respetivo elemento acionado, são feitos novos arranques para ajustar tempos de arranque, correntes nominais e verificar que o elemento acionado funciona de acordo com o pretendido.
- Abertura e fecho de válvulas com as linhas sem fluído.

Os testes acima mencionados são colocados em prática por várias equipas de comissionamento em simultâneo nas diferentes áreas processuais da central de cogeração a biomassa.

De modo geral, os engenheiros do DCS estão somente envolvidos nas variáveis de entrada e saída do DCS, verificando se os sinais chegam ao *software* de controlo e supervisão de acordo com o projeto e apoiando o diagnóstico e resolução de problemas relacionados com o DCS.

#### 3.4.1 Teste das Variáveis de E/S do DCS

Nos testes de sinais do DCS é necessário garantir que todas as variáveis de E/S listadas nas listas de E/S são verificadas e testadas. Para o teste das mais variadas variáveis de E/S do sistema de controlo é necessário colocar em prática vários tipos de testes que variam em função do tipo de variável a testar. De seguida são apresentados alguns testes que são colocados em prática para testar e verificar os diferentes tipos de variáveis de E/S.

- **Variáveis de entrada digitais (ED ou DI).**

De um modo geral estas variáveis são as mais simples de testar, em que o teste passa por alterar em campo o estado atual da variável em teste, tendo esta alteração que ser visualizada no *software* de supervisão. Por exemplo, para um sensor indutivo é colocada uma peça metálica no seu alcance de deteção e no *software* de supervisão tem que se verificar o seu estado alterado.

- **Variáveis de saídas digitais (SD ou DO)**

O teste é efetuado de forma inversa em relação aos testes das variáveis de entrada digitais. Antes de iniciar os testes das SD é necessário verificar se as fontes de energia estão desligadas ou o atuador no campo (válvula, motor, ...) está em segurança. Segurança garantida, então a partir do *software* de supervisão é enviado o comando e no campo tem que se verificar o estado do atuador a ser invertido. Por exemplo é enviado um comando de abertura para uma válvula e no campo tem que se verificar a abertura desta. Depois é enviado um comando de fecho e tem que se verificar que a válvula fechou.

- **Variáveis de entrada analógicas (EA ou AI)**

As variáveis de entrada analógicas utilizadas neste projeto são todas em corrente de 4-20 mA, uma vez que apresentam vantagens e relação ao sinal de 0-20 mA e 0-10 V, permitindo verificar se o cabo está danificado ou desligado. Uma vez que é necessário existir no mínimo uma corrente de 4mA, caso esta seja bastante inferior ou mesmo zero o sistema DCS interpreta este estado como uma falha. As variáveis de entrada analógicas são testadas utilizando injetores de corrente (4-20 mA) que são ligados no campo de modo a injetar corrente no circuito do instrumento em teste. Alguns instrumentos de campo permitem uma simulação de corrente não sendo necessário o injetor de corrente.

O instrumentista, ao simular o sinal em campo, permite que na supervisão seja possível verificar a grandeza analógica a variar. Por exemplo, para um transmissor de temperatura que tenha uma gama de medição de 0-500 °C, o instrumentista, ao simular no instrumento as correntes 4 mA, 8 mA, 12 mA, 16 mA e 20 mA, permite que na supervisão seja confirmada a visualização de 0 °C, 125 °C, 250 °C, 375 °C e 500 °C respetivamente.

- **Variáveis de saídas analógicas (SA ou AO)**

As variáveis de saída analógicas utilizadas no projeto em estudo também funcionam todas em corrente 4-20 mA, pelo mesmo motivo das variáveis de entrada analógicas. Nestes casos é a partir da supervisão que é variado o valor da corrente e no campo verifica-se que o atuador segue a ordem da supervisão. Por exemplo, uma válvula de controlo que atua entre 0-100 % de abertura, se a partir da supervisão são enviados para o campo os valores 0 %, 25 %, 50 %, 75 % e 100 %, no campo o instrumentista verifica se recebe 4 mA, 8 mA, 12 mA, 16 mA e 20 mA respetivamente, assim como verifica se a válvula está a responder ao objetivo de abertura.

Durante os testes de sinais é recomendado executar o teste mais do que 1 vez para cada sinal. Sendo todos os testes positivos, o sinal em teste é dado como testado e em condições de funcionamento.

### 3.4.2 Arranque em Vazio e Afinação

Tendo todos os sinais existentes nas listas de sinais e no programa de controlo sido verificados, todos os instrumentos calibrados, o arranque de todos os motores testado em modo individual e tendo sido verificado que todas as válvulas atuam nos sentidos corretos, é então tempo de iniciar o arranque com a instalação em vazio.

Durante o arranque o trabalho dos engenheiros do DCS interrompe-se para dar suporte às empresas que forneceram os equipamentos e processos no caso de estas não conseguirem arrancar os equipamentos a partir do DCS.

No arranque em vazio os fornecedores dos equipamentos e processos arrancam os equipamentos mantendo-os em funcionamento contínuo para verificarem o funcionamento destes a nível mecânico e garantirem que as paragens normais ou de emergência são feitas de forma normal e segura.

O arranque em vazio dura vários dias, uma vez que os fornecedores dos equipamentos e processos verificam a resposta de todos os elementos mecânicos, elétricos, de controlo e de segurança assim como a interligação com os outros processos.

Os engenheiros do DCS, nesta fase ajustam variáveis internas no *software* de controlo, tais como tempos de arranque e/ou paragem de motores, tempos de abertura e/ou fecho de válvulas, assim como ajustes nas instruções do programa, de modo a que o *software* de controlo e supervisão seja o mais ajustado possível aos equipamentos de campo.

### 3.4.3 Arranque em Carga e Afinação

Concluídos os testes com a instalação a funcionar em vazio, é então altura de iniciar o arranque em carga da central de cogeração. Este arranque é feito por fases:

- 1º - Purga da caldeira, para garantir que não existe uma atmosfera explosiva dentro das tubagens e da câmara de combustão.
- 2º - Arranque dos queimadores auxiliares a gasóleo para aquecer a câmara de combustão e o leito fluidizado da caldeira.
- 3º - Leito fluidizado com temperatura superior a 450°C. É iniciada a alimentação da caldeira com biomassa, e o sistema de alimentação de biomassa arranca.
- 4º - Inicia-se a produção de vapor, e controla-se a sua qualidade na zona de tratamento e balanço de potência “BOP (*Balance of Power*)”.
- 5º - Quando o vapor apresentar a qualidade e energia mínima requerida pela turbina, o vapor é injetado na turbina e inicia-se a produção de energia elétrica por meio de um gerador que se encontra acoplado à turbina.
- 6º - Energia elétrica produzida está estável. É efetuado o sincronismo com a rede pública e por fim inicia-se o fornecimento de energia elétrica à rede pública.
- 7º - Turbina a fornecer energia à rede. O vapor resultante do acionamento da turbina é utilizado para aquecer água em circuito fechado e esta é fornecida à cidade para aquecimento de edifícios.
- 8º - O vapor saturado após acionamento da turbina e aquecimento da água é condensado (convertido em água). Esta água é arrefecida e volta a ser introduzida na caldeira para ser novamente convertida em vapor.

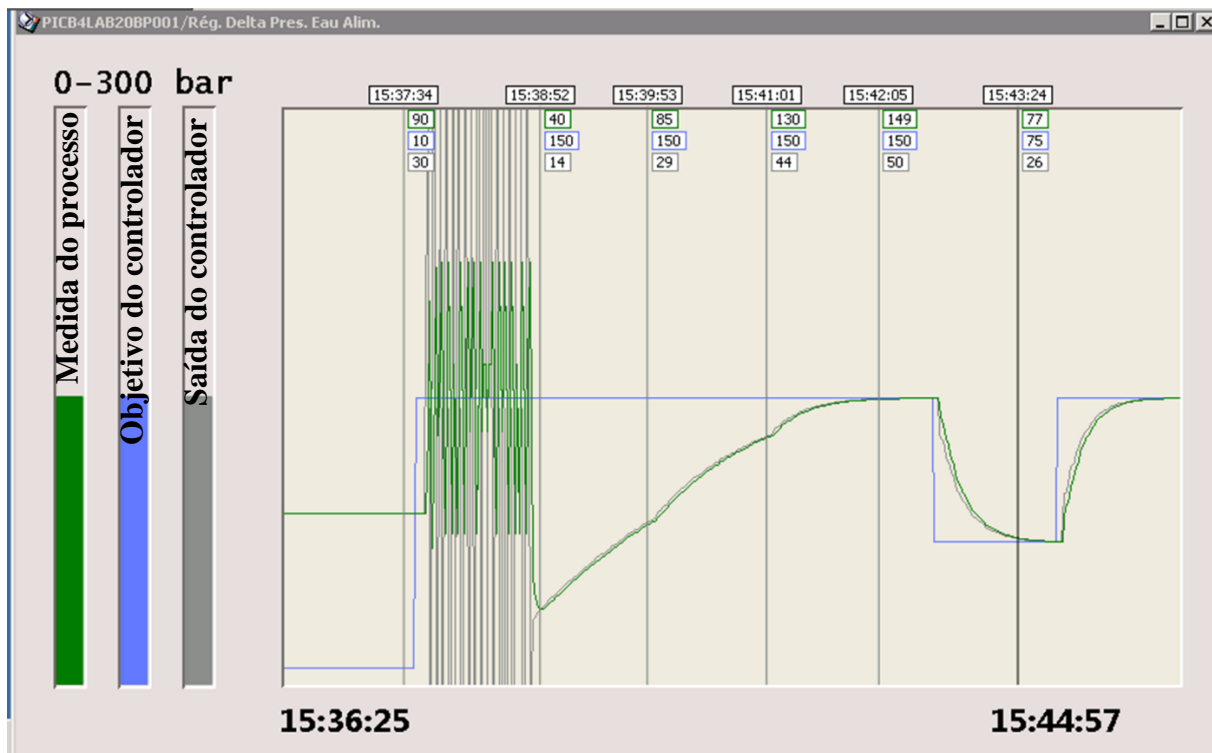
Nas diferentes fases descritas anteriormente os engenheiros do DCS apoiam as várias entidades envolvidas no arranque e na afinação dos seus equipamentos e/ou processos, de modo a garantir o melhor e mais eficiente funcionamento dos equipamentos e processos.

No suporte prestado pelos engenheiros do DCS, existe um que é mais requerido: a afinação dos controladores PID “*PID Tuning*”. Sendo o tipo de afinação em que os engenheiros do DCS mais estão envolvidos, na Subsecção 3.4.3.1 são apresentadas várias técnicas usadas na indústria para a afinação e ajuste de controladores PID.

#### 3.4.3.1 Afinação de Controladores *PID*

Existem várias possibilidades para o “*Tuning*” de controladores PID. Sendo que na presente subsecção tem como objetivo dar a conhecer algumas técnicas colocadas em prática durante a afinação da central de cogeração para ajustar e afinar os controladores PID. De seguida são apresentados três métodos, utilizados por diferentes pessoas no “*Tuning*” do mesmo controlador PID.

- **“*Tuning*” por “Tentativa e Erro”:**



**Figura 3.37: “Tuning” do PID “PICB4LAB20BP001” por “Tentativa e Erro”.**

Afinação do controlador “*PICB4LAB20BP001*” por “Tentativa e Erro” é efetuada com o controlador em modo automático, onde é variado o objetivo de controlo e onde se analisa graficamente a resposta do controlador para os novos parâmetros  $K_p$ ,  $T_i$  e  $T_d$ . Este procedimento é efetuado até serem encontrados os parâmetros que melhores resultados apresentem na estabilidade e velocidade de resposta do controlador.

Na Tabela 3.1 são apresentados os valores experimentados no “*Tuning*” do controlador apresentado na Figura 3.37.



Tabela 3. 1 : Ganhos experimentados no método de “*Tuning*” “Tentativa e Erro”.

Tempo / Parâmetros	Kp	Ti	Observações
15:37:34	10	5	Controlador em grande oscilação, devido à sua elevada rapidez de resposta.
15:38:52	0.2	20	É retirada por completo a oscilação, introduzindo valores que obrigam o controlo a ficar mais lento.
15:39:53	0.2	10	Ajuste dos valores para o controlador ficar mais rápido sem entrar em oscilação.
15:41:01	1	10	Ajuste dos valores para o controlador ficar mais rápido sem entrar em oscilação.
15:42:05	1	7.5	Ajuste dos valores para o controlador ficar mais rápido sem entrar em oscilação.
15:43:24	1.2	7	Ajuste dos valores para o controlador ficar mais rápido sem entrar em oscilação. Com estes valores é considerado que o controlador apresenta uma resposta bastante estável e rápida o suficiente para controlar a diferença de pressão entre o reservatório de água e as bombas de alimentação.

- “*Tuning*” em “*Loop Aberta*”

Este método consiste em criar um distúrbio no processo alterando manualmente a saída do controlador e esperar que o processo estabilize.

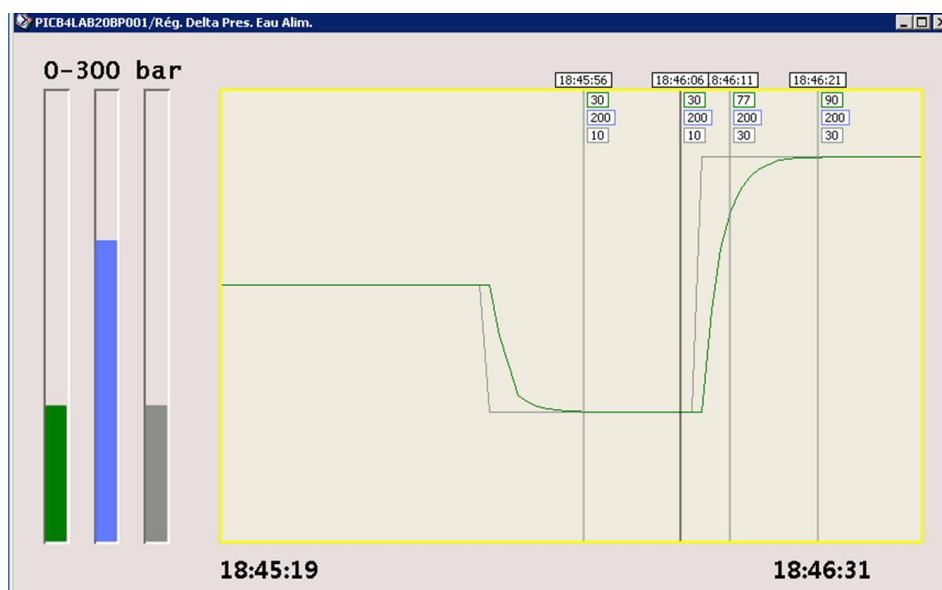


Figura 3.38: “*Tuning*” do PID “PICB4LAB20BP001”, oscilações resultantes dos distúrbios introduzidos.

Analisando os resultados obtidos no último distúrbio apresentado na Figura 3.38 podem-se compilar os resultados na Tabela 3.2.

Tabela 3. 2 : Resultados dos testes em “Loop Aberta”.

Tempo / Parâmetros	Saída do controlador (0-100 %)	Resposta do processo (0-300 bar)
18:46:06	10	30
18:46:11	30	77
18:46:21	30	90

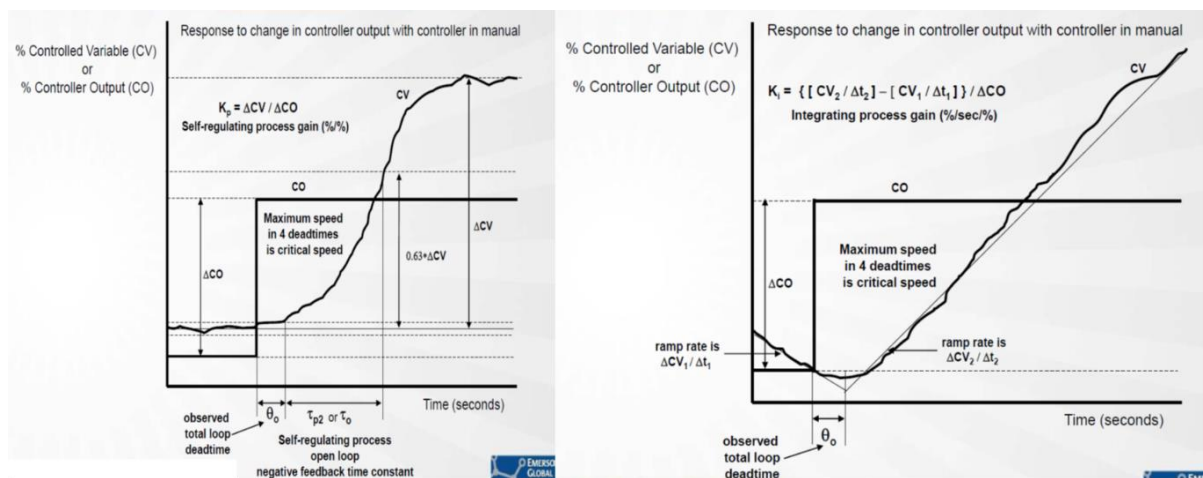


Figura 3.39: Cálculo dos parâmetros dos PID em “Loop Aberta” [12].

Aplicando as fórmulas apresentadas na Figura 3.39 aos resultados da Tabela 3.2 obtém-se como resultado  $K_p = 3$   $T_i = 0.2$ . Após a atribuição destes parâmetros ao controlador PID, obtêm-se os resultados apresentados na Figura 3.40.

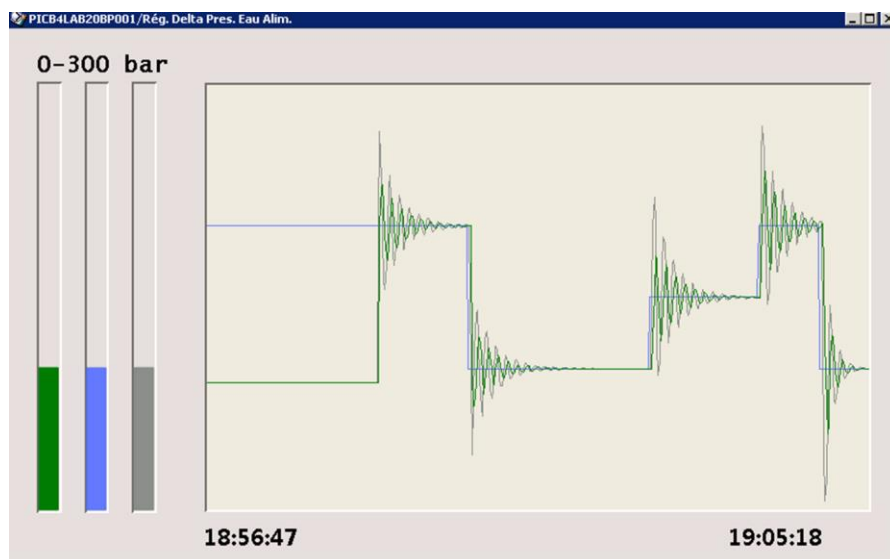


Figura 3.40: “Tuning” do PID “PICB4LAB20BP001”, resultado em “Loop Aberta”.

- “*Loop Auto Tuner*”

Este é um método em que o “*Tuning*” dos controladores PID é feito por meio da utilização *software* específico para “*Tuning*” de controladores PID. Os resultados podem ser observados na Figura 3.41 e na Tabela 3.3.

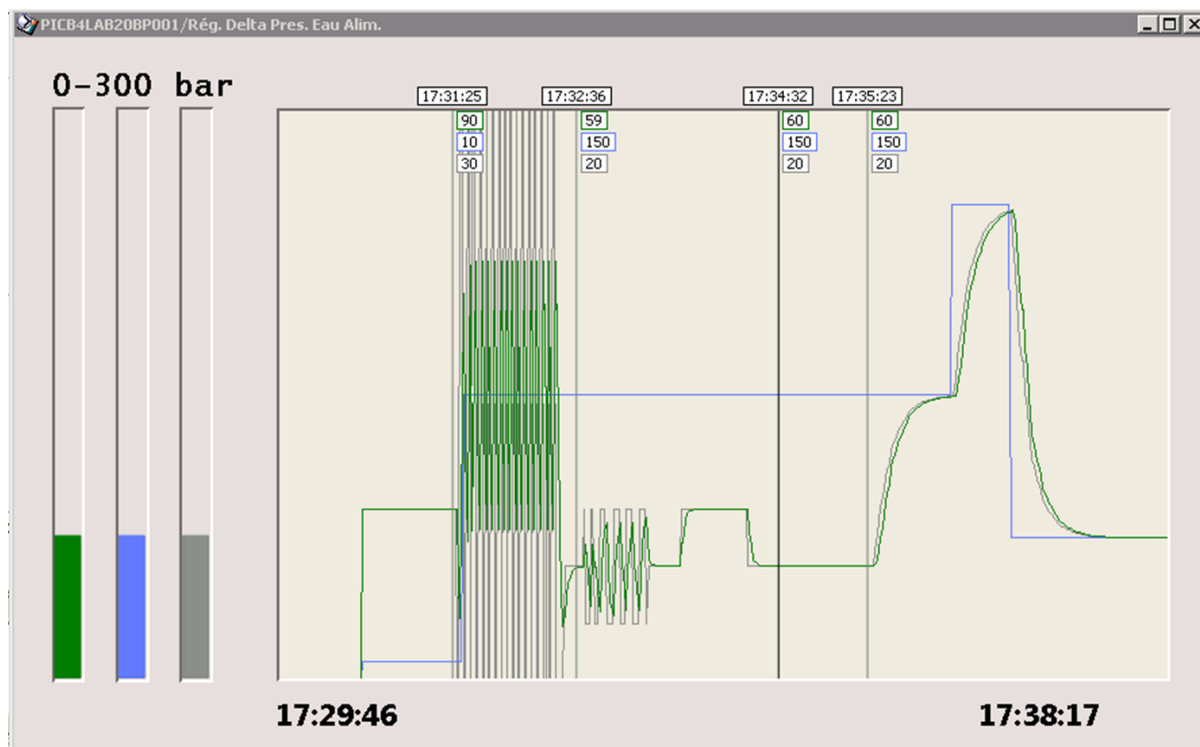


Figura 3.41: “*Tuning*” do PID “*PICB4LAB20BP001*”, resultado com o software “*Loop Auto Tuner*”.

Tabela 3.3 : Análise dos resultados obtidos na Figura 3.32.

Tempo / Parâmetros	Kp	Ti	Observações
17:31:25	10	5	Controlador em grande oscilação, devido à sua elevada rapidez de resposta.
17:32:36	10	5	Início do “ <i>Tuning</i> ” com o <i>software</i> “ <i>Loop Auto Tuner</i> ”.
17:34:32	0.232	2.261	Conclusão do “ <i>Tuning</i> ” via <i>software</i> e <i>download</i> dos parâmetros calculados automaticamente.
17:35:23	0.232	2.261	Controlador volta a controlar em modo automático.

O relatório detalhado resultante da utilização do *software* “*Loop Auto Tuner*” pode ser consultado no Anexo V.



## 4 Conclusões

O estágio realizado na Optieng foi bastante positivo e produtivo. O aluno obteve respostas às perguntas que o motivaram a fazer um estágio em Sistemas de Controlo Distribuído e adquiriu um conhecimento bastante profundo na área dos Sistemas de Controlo. Este conhecimento foi adquirido ao participar ativamente em todas as etapas de um projeto prático de um DCS para uma Central de Cogeração a Biomassa. Assim, existiu participação no projeto de *hardware*, no desenvolvimento do *software* de controlo e supervisão, nos testes de aceitação de fábrica, no comissionamento e no arranque e afinação da central.

Não só foi adquirido conhecimento técnico, mas também conhecimento pessoal, uma vez que o aluno teve a oportunidade de colocar em prática todo o trabalho desenvolvido em escritório - o projeto de *hardware* e o desenvolvimento do *software* de controlo e supervisão. Esta colocação em prática foi realizada em obra no estrangeiro (em França), trabalhando em equipa com as empresas fornecedoras de equipamentos e/ou processos, permitindo ao aluno adquirir competências a nível interpessoal e de organização em equipa, diferentes técnicas de organização e realização do trabalho, e ainda a aperfeiçoar as competências de comunicação, incluindo o Inglês e o Francês.

O estágio tornou-se bastante mais interessante na tomada de consciência de que os Sistemas de Controlo Distribuído são sistemas fechados em que as principais marcas detêm o conhecimento efetivo e prático. Isto resulta em pouca disponibilidade de informação e conhecimento técnico, o que exigiu do aluno um esforço adicional de modo a conseguir aprofundar os seus conhecimentos sobre DCS.

Para além dos sistemas DCS o aluno também teve contacto com sistemas de controlo constituídos por PLCs e *Software* SCADA, o que permitiu estabelecer comparações e concluir que a uso dos DCS tem muitas vantagens. Estas vantagens passam pela facilidade de configuração, programação e pela grande capacidade de cálculo. Uma vantagem fundamental é que as diferentes aplicações (Controlo, Supervisão, Gestão de Alarmes, Histórico, Ferramentas Integradas de Manutenção, Relatórios de Produção, etc.) partilham uma única base de dados, não sendo por isso necessárias configurações adicionais para interligações de bases de dados. Nos sistemas constituídos por PLCs e *Software* SCADA as diferentes aplicações possuem bases de dados separadas e necessitam por isso de configurações adicionais para interligar as diferentes bases de dados.

Por outro lado, os DCS encontram-se estudados e testados para que exista redundância a todos os níveis. Nos sistemas PLC e *Software* SCADA também é possível implementar redundância, mas esta não está integrada nem testada à partida. No entanto, os DCS também têm as suas desvantagens uma vez que em geral são tecnologias proprietárias e fechadas, sendo que só os engenheiros da marca e as empresas reconhecidas é que estão habilitados e autorizados a trabalhar com esses sistemas, apresentando por isso custos superiores.

Em relação aos custos, existe uma tendência que indica que os DCS começam a competir com os sistemas PLC e *Software* SCADA em termos de custos, mesmo nas pequenas instalações, podendo em casos específicos até ser mais competitivos [8]. Durante a realização do estágio o aluno concluiu que para máquinas e pequenas instalações onde não está prevista grande expansão futura, os sistemas PLC e *Software* SCADA são a melhor escolha. Quando se estamos

a referir a uma instalação em que é necessário controlar um processo completo, mesmo que pequeno, é então mais conveniente optar por um DCS ou no mínimo ponderar e analisar esta opção, pois estes são os sistemas de controlo mais desenvolvidos aplicados na indústria.

Uma conclusão importante da experiência de projeto adquirida é que um *hardware* corretamente projetado poderá definir entre 60 % a 70 % do sucesso de um sistema de controlo. A importância do *hardware* pode ser analisada pela dificuldade e tempo necessário para alterações/correções após concluído o projeto em comparação com o tempo de alterações e correções em termos de *software*.

Na redação deste relatório, as etapas definidas e analisadas detalhadamente no Capítulo 3, podem servir de referência para as atividades principais necessárias, para desenvolver e colocar em serviço um sistema de controlo, quer do tipo DCS, que do tipo PLCs e *Software* SCADA. Os subcapítulos do Capítulo 3 podem assim ser considerados como as tarefas a desenvolver dentro das atividades principais. Ao analisar o Capítulo 3 deste modo, é possível estruturar um bom planeamento de um projeto de automação e controlo industrial.

Em conclusão, o objetivo principal deste estágio consistia em o aluno adquirir conhecimentos teóricos e práticos sobre Sistemas de Controlo Distribuído. Ao longo deste relatório pode-se verificar que este objetivo foi amplamente atingido, tendo sido detalhadamente documentada a participação no dimensionamento, projeto de *hardware*, programação, configuração, teste, colocação em funcionamento e afinação de um Sistema de Controlo Distribuído ou DCS para uma Central de Cogeração a Biomassa.

#### **.4.1 Sugestões para Projetos DCS Futuros**

Os Sistemas de Controlo Distribuído são os sistemas de controlo mais modernos utilizados na indústria. No entanto, é sempre possível introduzir novas funcionalidades e tecnologias de modo a continuar a sua evolução.

Assim, em projetos futuros sugere-se descentralizar ainda mais as cartas de E/S. Na Figura 3.5 foi apresentada uma implementação onde os cabos dos instrumentos ligam numa caixa de junção e depois desta caixa existem cabos multicondutor que vão ligar ao armário de E/S do DCS. De modo a flexibilizar, reduzir custos em cabos e mão-de-obra, é sugerido que no futuro as cartas de E/S sejam instaladas nas caixas de junção, permitindo reduzir os custos relacionados com os cabos multicondutor.

Hoje em dia, o *software* de supervisão está centralizado na Sala de Controlo e é executado em computadores (Estações de Operação) dedicados a essa função. Neste momento, as marcas que oferecem soluções DCS já possuem “*Web Servers*” que executam o *software* de supervisão e permitem a operação do processo através de um “*Web Browser*” tal como o Internet Explorer. Assim, é sugerido que futuramente seja investido na instalação destes “*Web Servers*” de modo a poder descentralizar a supervisão, permitindo a operação do processo, ou pelo menos a sua monitorização, a partir de qualquer dispositivo móvel que disponha de um “*Web Browser*”.

Com o investimento em “*Web Servers*” será possível ir ainda mais longe e introduzir tecnologia holográfica tal como o *Hololens* da *Microsoft*, permitindo ao operador deslocar-se pela instalação fabril continuando a monitorizar o processo, e ainda ter as duas mãos disponíveis para desenvolver outras tarefas [9].

## Referências Bibliográficas

- [1] Biomass Innovation Center - Fueling growth through clean technology, “Biomass for Combined Heat and Power (CHP),” [Online]. Available: <http://www.biomassinnovation.ca/CombinedHeatAndPower.html#>. [Acedido em 3 Abril 2017].
- [2] ISA, “Find ISA Standards: In Numerical Order,” ISA, N/A. [Online]. Available: <https://www.isa.org/standards-and-publications/isa-standards/find-isa-standards-in-numerical-order/>. [Acedido em 17 Dezembro 2016].
- [3] ISA, “ISA Standards: Numerical Order, Practical Solutions from Industry Experts,” ISA, [Online]. Available: <https://www.isa.org/standards-and-publications/isa-standards/find-isa-standards-in-numerical-order/>. [Acedido em 19 Abril 2017].
- [4] Optieng, “Optieng,” 2014. [Online]. Available: <http://optieng.com/empresa.php?Lang=pt>. [Acedido em 26 Novembro 2016].
- [5] Valmet, “Valmet DNA Architecture”. *Valmet DNA 2015\_general\_architecture\_v1.3*.
- [6] Siemens, “Siemens,” [Online]. Available: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/5309999?tree=CatalogTree>. [Acedido em 14 Dezembro 2016].
- [7] Wikipedia, “PID controller,” Wikipedia, N/A. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/PID\\_controller](https://en.wikipedia.org/wiki/PID_controller). [Acedido em 14 Dezembro 2016].
- [8] Control Engineering, “DCS and PLC/SCADA - a comparison in use,” N/A, [Online]. Available: <http://www.controlengueurope.com/article/40827/DCS-and-PLC-SCADA-a-comparison-in-use.aspx>. [Acedido em 11 Dezembro 2016].
- [9] Microsoft, “Microsoft HoloLens,” Microsoft, [Online]. Available: <https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us>. [Acedido em 14 Dezembro 2016].
- [10] K. Ogata, Engenharia de Controle Moderno 4ª Edição, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.
- [11] J. N. Pires, Automação Industrial 3ª Edição, Lisboa: ETEP.
- [12] Emerson, “Interactive Exploration of Process Control Improvement,” [Online]. Available: <https://www.mynah.com/sites/default/files/EmersonExchange2010Session204ProcessControlLabs%20Greg%20McMillan%20100510.pdf>. [Acedido em 14 Dezembro 2016].

- [13] Wikipedia, “Redes industriais,” [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Redes\\_industriais#cite\\_note-1](https://pt.wikipedia.org/wiki/Redes_industriais#cite_note-1). [Acedido em 1 April 2017].
- [14] C. Cassiolato, “Redes Industriais,” [Online]. Available: <http://www.smar.com/newsletter/marketing/index150.html>. [Acedido em 1 April 2017].
- [15] B. N. a. T. Stauffer, “DCS or PLC? — Seven questions to help you select the best solution,” [Online]. Available: <http://www.processonline.com.au/content/process-control-systems/article/dcs-or-plc-seven-questions-to-help-you-select-the-best-solution--1096598057>. [Acedido em 2 Abril 2017].
- [16] ABM Energo Engineers, “Products, SCADA (Supervisory Control & Data Acquisition) System,” [Online]. Available: <http://www.abmenergo.com/scada.html>. [Acedido em 2 Abril 2017].
- [17] S. Mackay, E. Wright, D. Reynders and J. Park, Practical industrial data networks : design, installation and troubleshooting, Amsterdam : Elsevier/Newnes, 2007.
- [18] P. S. Marshall and J. S. Rinaldi, Industrial Ethernet : how to plan, install, and maintain TCP/IP Ethernet Networks : the basic reference guide, Research Triangle Park, NC : ISA, 2005.



## **Anexos**

**Anexo I** – *Datasheets* de um transmissor analógico passivo do fabricante Hendress+Hauser, um transmissor ativo do fabricante FLOW TECHNOLOGY e um *datasheet* de um sensor indutivo do fabricante IFM.

**Anexo II** – *Datasheets* exemplo para um variador de velocidade do fabricante Siemens e de uma válvula de controlo da SAMSON.

**Anexo III** – Folha de características do CPU S7-1200.

**Anexo IV** – Manuais de características técnicas de PLC, módulos de E/S, OLM e *switch* de rede.

**Anexo V** – Relatório do *Loop Auto Tuner*.



**Anexo I – Datasheets de um transmissor analógico passivo do fabricante Hendress+Hauser, um transmissor ativo do fabricante FLOW TECHNOLOGY e um datasheet de um sensor indutivo do fabricante IFM.**





Level



Pressure



Flow



Temperature

Liquid  
Analysis

Registration

Systems  
Components

Services



Solutions

## Technical Information

# Cerabar S PMC71, PMP71, PMP75

Process pressure measurement

Pressure transmitter with ceramic and metal sensors

Overload-resistant and function-monitored; Communication via HART, PROFIBUS PA or FOUNDATION Fieldbus



### Application

The Cerabar S pressure transmitter is used for the following measuring tasks:

- Absolute pressure and gauge pressure in gases, steams or liquids in all areas of process engineering and process measurement technology
- Level, volume or mass measurement in liquids
- High process temperature
  - without diaphragm seals up to 150°C (302°F)
  - with typical diaphragm seals up to 400°C (752°F)
- High pressure up to 700 bar
- International usage thanks to a wide range of approvals



### Your benefits

- Very good reproducibility and long-term stability
- High reference accuracy: up to  $\pm 0.075\%$ , as PLATINUM version:  $\pm 0.05\%$
- Turn down 100:1, higher on request
- Used for process pressure monitoring up to SIL3, certified according to IEC 61508 by TÜV SÜD
- HistoROM®/M-DAT memory module
- Function-monitored from the measuring cell to the electronics
- Continuous modularity for differential pressure, hydrostatic and pressure (Deltabar S – Deltapilot S – Cerabar S), e.g.
  - replaceable display
  - universal electronic
- Quick commissioning thanks to quick setup menu
- Easy and safe menu-guided operation on-site, via 4...20 mA with HART, via PROFIBUS PA or via FOUNDATION Fieldbus
- Extensive diagnostic functions
- Device versions in conformity with ASME-BPE

## Input

**Measured variable** Absolute pressure and gauge pressure, from which level (level, volume or mass) is derived

**Measuring range** PMC71 – with ceramic process isolating diaphragm (Ceraphire®) for gauge pressure

Nominal value	Measurement limit		Smallest calibratable Span <sup>4</sup>	MWP <sup>1</sup>	OPL <sup>2</sup>	Vacuum resistance	Versions in the order code <sup>3</sup>
	lower (LRL) [bar]	upper (URL) [bar]					
100 mbar	-0.1	+0.1	0.005	2.7	4	0.7	1C
250 mbar	-0.25	+0.25	0.005	3.3	5	0.5	1E
400 mbar	-0.4	+0.4	0.005	5.3	8	0	1F
1 bar	-1	+1	0.01	6.7	10	0	1H
2 bar	-1	+2	0.02	12	18	0	1K
4 bar	-1	+4	0.04	16.7	25	0	1M
10 bar	-1	+10	0.1	26.7	40	0	1P
40 bar	-1	+40	0.4	40	60	0	1S

PMC71 – with ceramic process isolating diaphragm (Ceraphire®) for absolute pressure

Nominal value	Measurement limit		Smallest calibratable Span <sup>4</sup>	MWP <sup>1</sup>	OPL <sup>2</sup>	Versions in the order code <sup>3</sup>
	lower (LRL) [bar <sub>abs</sub> ]	upper (URL) [bar <sub>abs</sub> ]				
100 mbar	0	+0.1	0.005	2.7	4	2C
250 mbar	0	+0.25	0.005	3.3	5	2E
400 mbar	0	+0.4	0.005	5.3	8	2F
1 bar	0	+1	0.01	6.7	10	2H
2 bar	0	+2	0.02	12	18	2K
4 bar	0	+4	0.04	16.7	25	2M
10 bar	0	+10	0.1	26.7	40	2P
40 bar	0	+40	0.4	40	60	2S

- 1) The MWP (maximum working pressure) for the measuring device depends on the weakest element of the components selected with regard to pressure, i.e. the process connection (→ 32 ff) has to taken into consideration in addition to the sensor (→ see Table above). Pay attention to the pressure-temperature dependence also. For the appropriate standards and further information, see → 31, "Pressure specification".
- 2) OPL: Over Pressure Limit; depends on the weakest link in terms of pressure of the selected components.
- 3) Versions in the order code → 77 ff, feature 40 "Sensor range; Sensor overload limit (= OPL)"
- 4) Turn down > 100:1 on request or can be set at the device

**PMP71 and PMP75 – with metallic process isolating diaphragm for gauge pressure**

Nominal value	Measurement limits		Smallest calibratable Span <sup>5</sup>	MWP <sup>1</sup>	OPL <sup>2</sup>	Vacuum resistance <sup>3</sup>	Versions in the order code <sup>4</sup>
	lower (LRL)	upper (URL)					
	[bar]	[bar]		[bar <sub>rel</sub> ]	[bar <sub>rel</sub> ]	Silicone oil/ Inert oil [bar <sub>abs</sub> ]	
400 mbar	-0.4	+0.4	0.005	4	6	0.01/0.04	1F
1 bar	-1	+1	0.01	6.7	10	0.01/0.04	1H
2 bar	-1	+2	0.02	13.3	20	0.01/0.04	1K
4 bar	-1	+4	0.04	18.7	28	0.01/0.04	1M
10 bar	-1	+10	0.1	26.7	40	0.01/0.04	1P
40 bar	-1	+40	0.4	100	160	0.01/0.04	1S
100 bar	-1	+100	1.0	100	400	0.01/0.04	1U
400 bar	-1	+400	4.0	400	600	0.01/0.04	1W
700 bar <sup>6</sup>	-1	+700	7.0	700	1050	0.01/0.04	1X

**PMP71 and PMP75 – with metallic process isolating diaphragm for absolute pressure**

Nominal value	Measurement limits		Smallest calibratable Span <sup>5</sup>	MWP <sup>1</sup>	OPL <sup>2</sup>	Vacuum resistance <sup>3</sup>	Versions in the order code <sup>4</sup>
	lower (LRL)	upper (URL)					
	[bar <sub>abs</sub> ]	[bar <sub>abs</sub> ]		[bar <sub>abs</sub> ]	[bar <sub>abs</sub> ]	Silicone oil/ Inert oil [bar <sub>abs</sub> ]	
400 mbar	0	+0.4	0.005	4	6	0.01/0.04	2F
1 bar	0	+1	0.01	6.7	10	0.01/0.04	2H
2 bar	0	+2	0.02	13.3	20	0.01/0.04	2K
4 bar	0	+4	0.04	18.7	28	0.01/0.04	2M
10 bar	0	+10	0.1	26.7	40	0.01/0.04	2P
40 bar	0	+40	0.4	100	160	0.01/0.04	2S
100 bar	0	+100	1.0	100	400	0.01/0.04	2U
400 bar	0	+400	4.0	400	600	0.01/0.04	2W
700 bar <sup>6</sup>	0	+700	7.0	700	1050	0.01/0.04	2X

- 1) The MWP (maximum working pressure) for the measuring device depends on the weakest element of the components selected with regard to pressure, i.e. the process connection (→ 32 ff) has to be taken into consideration in addition to the sensor (→ see Table above). Pay attention to the pressure-temperature dependence also. Pay attention to the pressure-temperature dependence also. For the appropriate standards and further information, → 31, "Pressure specifications".
- 2) OPL: Over pressure limit (= Sensor overload limit)
- 3) The vacuum resistance applies to the measuring cell at a reference conditions. The pressure and temperature application limits of the selected filling oil must also be observed for the PMP75. → 69, section "Diaphragm seal filling oils".
- 4) Versions in the order code → 77 ff, feature 40 "Sensor range; Sensor Overload limit (= OPL)"
- 5) Turn down > 100:1 on request or can be set at the device
- 6) PMP71 only, PMP75 on request

## Explanation of terms

## Explanation of terms: Turn down (TD), set span and on zero based span

## Case 1:

- Lower range value (LRV)  $\leq$  Upper range value (URV)

## Example:

- Lower range value (LRV) = 0 bar
- Upper range value (URV) = 0.5 bar
- Nominal value (URL) = 1 bar

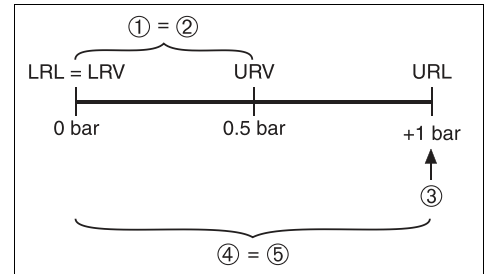
## Turn down:

- $TD = URL / |URV| = 2:1$

## set span:

- $URV - LRV = 0.5 \text{ bar}$

This span is based on the zero point.



P01-PMx7xxx-05-xx-xx-xx-012

Example: 1 bar measuring cell

## Case 2:

- Lower range value (LRV)  $\leq$  Upper range value (URV)

## Example:

- Lower range value (LRV) = 0 bar
- Upper range value (URV) = 0.5 bar
- Nominal value (URL) = 1 bar

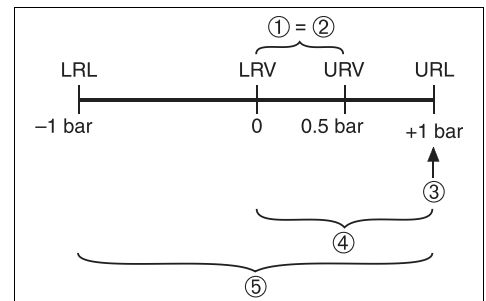
## Turn down:

- $TD = URL / |URV| = 2:1$

## set span:

- $URV - LRV = 0.5 \text{ bar}$

This span is based on the zero point.



P01-PMx7xxx-05-xx-xx-xx-007

Example: 1 bar measuring cell

## Case 3:

- Lower range value  $\geq$  Upper range value

## Example:

- Lower range value (LRV) = -0.6 bar
- Upper range value (URV) = 0 bar
- Nominal value (URL) = 1 bar

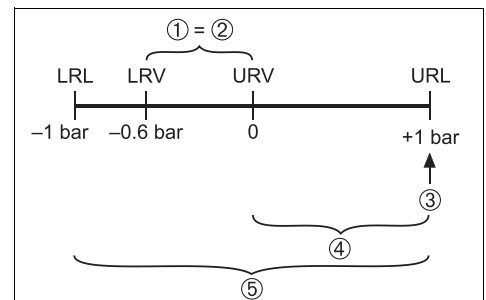
## Turn down:

- $TD = URL / |LRV| = 1.67:1$

## set span:

- $URV - LRV = 0.6 \text{ bar}$

This span is based on the zero point.



P01-PMx7xxx-05-xx-xx-xx-008

Example: 1 bar measuring cell

- 1 Set span
  - 2 Zero based span
  - 3 Nominal value  $\hat{=}$  Upper range limit (URL)
  - 4 Nominal measuring range
  - 5 Sensor measuring range
- LRL Lower range limit  
 URL Upper range limit  
 LRV Lower range value  
 URV Upper range value



## Output

### Output signal

- 4...20 mA with superimposed digital communication protocol HART 5.0, 2-wire
- Digital communication signal PROFIBUS PA (Profile 3.0)
  - signal coding: Manchester Bus Powered (MBP); Manchester II
  - data transmission rate: 31.25 KBit/s, voltage mode
- Digital communication signal FOUNDATION Fieldbus, 2-wire
  - signal coding: Manchester Bus Powered (MBP); Manchester II
  - data transmission rate: 31.25 KBit/s, voltage mode

### Signal range – 4...20 mA HART

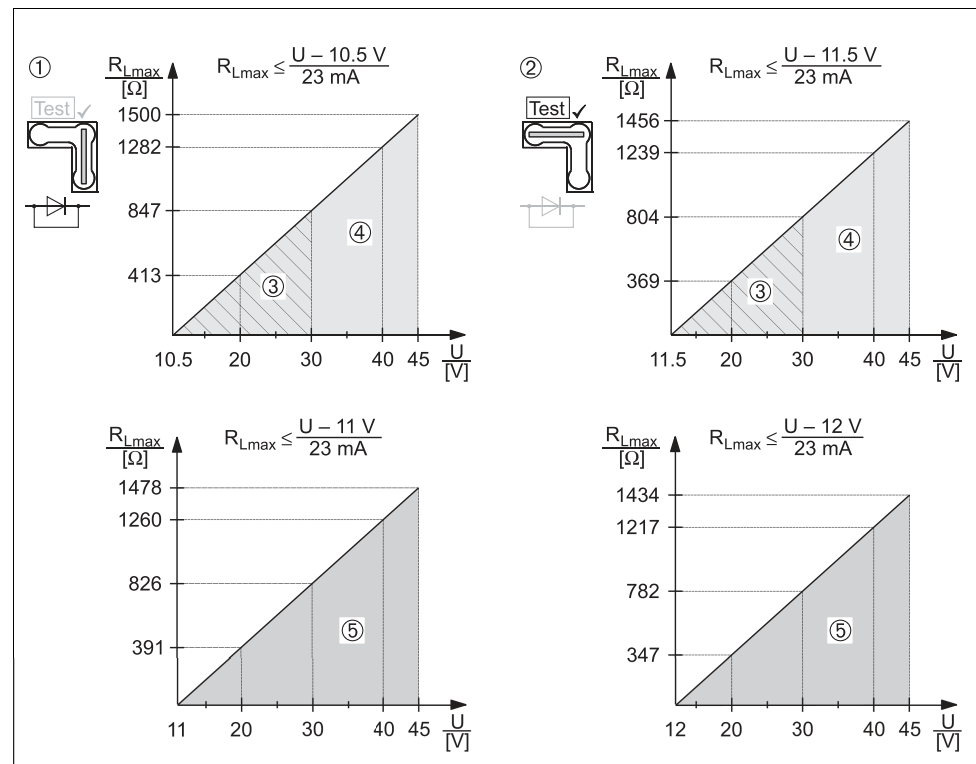
3.8 mA to 20.5 mA

### Signal on alarm

As per NAMUR NE 43

- 4...20 mA HART
  - Options:
    - Max. alarm\*: can be set from 21...23 mA
    - Keep measured value: last measured value is kept
    - Min. alarm: 3.6 mA
  - \* Factory setting: 22 mA
- PROFIBUS PA: can be set in the Analog Input block,
  - options: Last Valid Out Value, Fsafe Value (factory setting), Status bad
- FOUNDATION Fieldbus: can be set in the Analog Input Block,
  - options: Last good Value, Fail Safe Value (factory setting), Wrong Value

### Load – 4...20 mA HART



Load diagram, observe the position of the jumper and the explosion protection. (→ 17, section "Taking 4...20 mA test signal".)

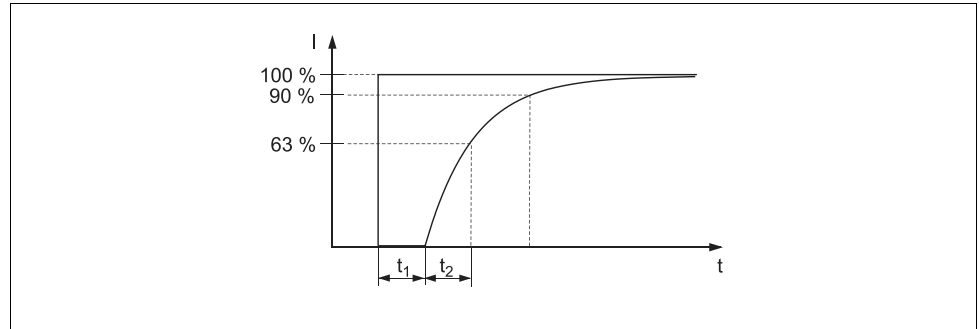
- 1 Jumper for the 4...20 mA test signal inserted in "Non-test" position
  - 2 Jumper for the 4...20 mA test signal inserted in "Test" position
  - 3 Supply voltage 10.5 (11.5)...30 V DC for 1/2 G, 1 GD, 1/2 GD, FM IS, CSA IS, IECEx ia, NEPSI Ex ia
  - 4 Supply voltage 10.5 (11.5)...45 V DC for devices for non-hazardous areas, 1/2 D, 1/3 D, 2 G Ex d, 3 G Ex nA, FM XP, FM DIP, FM NI, CSA XP, CSA Dust-Ex, NEPSI Ex d
  - 5 Supply voltage 11 (12)...45 V DC for PMC71, Ex d[ia], NEPSI Ex d[ia]
- $R_{Lmax}$  Maximum load resistance  
 $U$  Supply voltage

**Note!**

When operating via a handheld terminal or via PC with an operating program, a minimum communication resistance of  $250\ \Omega$  must exist within the loop.

**Resolution**

- Current output:  $1\ \mu\text{A}$
- Display: can be set (factory setting: presentation of the maximum accuracy of the transmitter)

**Dynamic behavior  
current output****Dead time, Time constant (T63)**

Presentation of the dead time and the time constant

Type	Dead time $t_1$	Time constant (T63), $t_2$
PMC71	90 ms	120 ms
PMP71	45 ms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 400 mbar measuring cell: 70 ms</li> <li>■ measuring cells <math>\geq 1</math> bar: 35 ms</li> </ul>
PMP75	PMP71 + influence from the diaphragm seal	

**Dynamic behavior HART****Dead time, Time constant (T63)**

A typical parametrization for the PLC of 3 to 4 values per second results in the following total dead time:

Type	Dead time $t_1$	Time constant (T63), $t_2$
PMC71	90 ms	120 ms
PMP71	45 ms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 400 mbar measuring cell: 70 ms</li> <li>■ measuring cells <math>\geq 1</math> bar: 35 ms</li> </ul>
PMP75	PMP71 + influence from the diaphragm seal	

**Reading cycle**

- HART commands: on average 3 to 4 per second on average.  
The Cerabar S commands the BURST MODE function for cyclic value transmission via the HART communication protocol.

**Response time**

$\leq 250$  ms

**Cycle time (Update time)**

On average 250...330 ms.

**Dynamic behavior  
PROFIBUS PA**
**Dead time, Time constant (T63)**

A typical cyclic parametrization for the PLC of 20 values per second results in the following total dead time:

Type	Dead time $t_1$	Time constant (T63), $t_2$
PMC71	340 ms	120 ms
PMP71	295 ms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 400 mbar measuring cell: 70 ms</li> <li>■ measuring cells <math>\geq 1</math> bar: 35 ms</li> </ul>
PMP75	PMP71 + influence from the diaphragm seal	

**Response time**

- cyclic: approx. 10 ms per request
- acyclic: < 50 ms

All values are typical values.

**Cycle time (Update time)**

The cycle time in a bus segment in cyclic data communication depends on the number of devices, on the segment coupler used and on the internal PLC cycle time.

**Dynamic behavior  
FOUNDATION Fieldbus**
**Dead time, Time constant (T63)**

If the macro cycle time (Hostsystem) is set to a typical value of 250 ms, the following total dead time results:

Type	Dead time $t_1$	Time constant (T63), $t_2$
PMC71	340 ms	120 ms
PMP71	295 ms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 400 mbar measuring cell: 70 ms</li> <li>■ measuring cells <math>\geq 1</math> bar: 35 ms</li> </ul>
PMP75	PMP71 + influence from the diaphragm seal	

**Reading cycle**

- cyclic: up to 5/s, dependent on the number and type of function blocks used in a closed-control loop
- acyclic: 10/s

**Response time**

- cyclic: < 80 ms
- acyclic: < 40 ms

All values are typical values.

**Cycle time (Update time)**

250 ms

**Damping**

A damping affects all outputs (output signal, display).

- Via on-site display, handheld terminal or PC with operating program, continuous from 0...999 s
- Additionally for HART and PROFIBUS PA: via DIP-switch on the electronic insert, switch position "on" = set value and "off"
- Factory setting: 2 s

**Data of the FOUNDATION  
Fieldbus interface****Basic Data**

Device Type	1007F (hex)
Device Revision	06 (hex)
DD Revision	01 (hex)
CFF Revision	01 (hex)
ITK Version	5.0
ITK-Certification Driver-No.	IT054600
Link-Master (LAS) capable	yes
Link Master / Basic Device selectable	yes; Default: Basic Device
Number VCRs	44
Number of Link-Objects in VFD	50

**Virtual communication references (VCRs)**

Permanent Entries	44
Client VCRs	0
Server VCRs	5
Source VCRs	8
Sink VCRs	0
Subscriber VCRs	12
Publisher VCRs	19

**Link Settings**

Slot time	4
Min. Inter PDU delay	12
Max. response delay	10

**Transducer Blocks**

Block	Content	Output values
TRD1 Block	contains all parameters related to the measurement	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pressure or level (channel 1)</li> <li>■ Process temperature (channel 2)</li> </ul>
Service Block	contains service information	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pressure after damping (channel 3)</li> <li>■ Pressure drag indicator (channel 4)</li> <li>■ Counter for max. pressure transgression (channel 5)</li> </ul>
Diagnostic Block	contains diagnostic information	Error code via DI channels (channel 0 to 16)
Display Block	contains parameters to configure the local display	no output values

# MC 608A/B

## Electromagnetic Transmitter

### Description

The MC 608A/B transmitter is our most versatile unit capable of displaying rate and total flows as well as providing multiple digital and analog outputs. The MC 608A/B converter has been designed with the purpose of meeting all the requirements of modern water management systems. It supports extended functions which make it perfectly suitable for measuring and billing in civil, industrial and agricultural sector and for flow measurement in residual water treatment. The battery powered version, MC608B, provides 3 to 6 years of operation. The 608 Transmitter is also ideally suited for use in Chemical, F&B, Mining, Agriculture and many more industries where flow needs to be accurately measured. The unit can be configured either directly using the 4 programming buttons on the front of the display, or using the Windows based programming software interfacing via IrDA or MODBUS RTU on RS485. The new generation converter extends the use of electromagnetic flowmeters to water distribution networks, allowing a better control of flows at every point of installation. Installations in irrigation systems guarantee that each farmer pays for the water used, and allows optimization of water management.

### Features

- Available in powered version 12/24 VAC/DC or 90-264 VAC (MC608A).
- Available in battery powered version with a useful life of 3 to 6 years (MC608B).
- Compatible with all standard FTI Electromagnetic standard sensors.
- Built-in data logger.
- Large graphics display with totalizer indications greater than 8mm.
- Total management of power consumption with automatic sleep function.
- Batteries can be replaced on site.
- IrDA interface for programming communication with laptop.
- MODBUS RTU interface for communication on RS 485.
- Submersible IP 68 case available.
- All configuration, totalizer and data logger values are stored even in case of power failure.
- Multi-level password system to guarantee accessibility and confidentiality.



**MC 608A/B - Transmitter**

### Specifications

<b>Converter Installation</b>	Integral or remote versions <ul style="list-style-type: none"><li>• MC608B up to 30 meters</li><li>• MC608A up to 100 meters</li></ul>
<b>Converter Case</b>	Aluminum epoxy painted IP67, with toughened glass
<b>Electrical Connections</b>	Cable glands, plastic, M20X1.5.
<b>Connection Cables</b>	Dedicated supplied by FTI
<b>Power Supply</b>	MC608A: 90 to 264VAC, 12/24V DC MC608B: Battery powered or 12/24VDC. Expected life T= 0/50°C (32/122°F) internal battery pack 3-6 years. Internal & external battery pack 6 to 10 years.



## Specifications continued

<b>Outputs (Optoisolated)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Active analog output 4-20 mA*</li> <li>• Digital output in active frequency 0-10 kHz*</li> <li>• Digital pulse output maximum 1000 Hz dutycycle max 50%.</li> </ul> <p>*requires external 24VDC power</p>
<b>Serial Communication</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MODBUS RTU interface on RS 485.</li> <li>• IrDA interface for communicating with laptop or hand held communicator, and dedicated SW for programming, displaying and downloading data.</li> </ul>
<b>Temperature Range</b>	<p>Process » -10°C to 70°C (14°F to 158°F)          Ambient » -20°C to 60°C (-4°F to 140°F)          Storage » -30°C to 70°C (-22°F to 158°F)</p>
<b>Accuracy</b>	+/-0.2% of reading (over calibrated range)
<b>Repeatability</b>	+/-0.1% of reading
<b>Sampling Frequency</b>	Programmable 5,3,1,1/15,1/30, 1/60, 1/120, 1/240, 1/480 Hz
<b>Measurement Stabilization Time</b>	3 seconds
<b>Display</b>	<p>Graphic LCD - 128x64 pixels, 50x25mm visual area          Backlit white color, programmable back-lighting.          Simultaneous display of a counter + instant variable + status flags.          Counters with 8 mm high characters for reliable and easy reading.          Programmable display content.</p>



## Specifications continued

<b>Programming</b>	<p>With push buttons on board of converter</p> <p>By IrDA interface and laptop with dedicated software</p> <p>By RS485 and MODBUS RTU protocol</p>
<b>Units</b>	<p>Selectable volume units: in3, ft3, gal, USgal, bbl, oz, ml, cl, dl, l, dal, hl, m3</p> <p>for counters, flow indication, pulse output</p>
<b>Reference Time</b>	<p>Selectable time units: s, m, h, days</p>
<b>Process Data Logger</b>	<p>4 MB flash memory, 200,000 lines of data (one line includes: instant flow, 2 counters, date, time, PCB temperature).</p>
<b>Diagnostic Data Logger</b>	<p>64 kB EEPROM, 2000 lines of data (one line includes: Date, time, PCB temperature, error codes, user actions with changes made). Tamper/reset Proof. Not programmable.</p>
<b>Electrical Conductivity</b>	<p>5 <math>\mu</math>S/cm, 20 <math>\mu</math>S/cm minimum for DI water</p>
<b>Velocity</b>	<p>-10 to 10 m/s</p>
<b>Approvals</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The MC 608-A/B converter meets all the requirements established by the EC directives.</li> <li>• Electromagnetic compatibility » Directive 2004/108/EC, EN 61326-1:2006</li> <li>• Low voltage directive » Directive 2006/95/EC</li> </ul>







# Configuration & Analysis Made Simple

Configuration of the 608 can be achieved through the 4 push buttons located on the front of the converter, or through the use of the PC based programming tool. All user configurable parameters are presented to the user on two (Parameters & Filters) intuitive configuration screens.

Real time information can be displayed on the PC including flow rate, totals (forward and reverse) and partial totals - Partial totals can be easily reset through the PC interface.

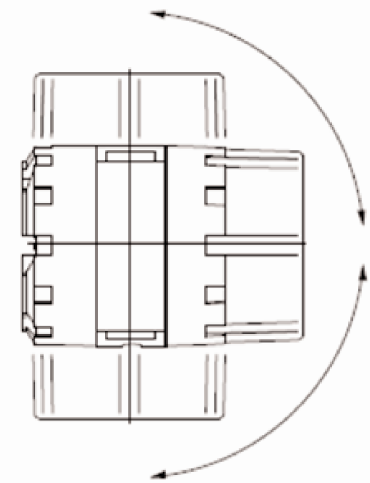
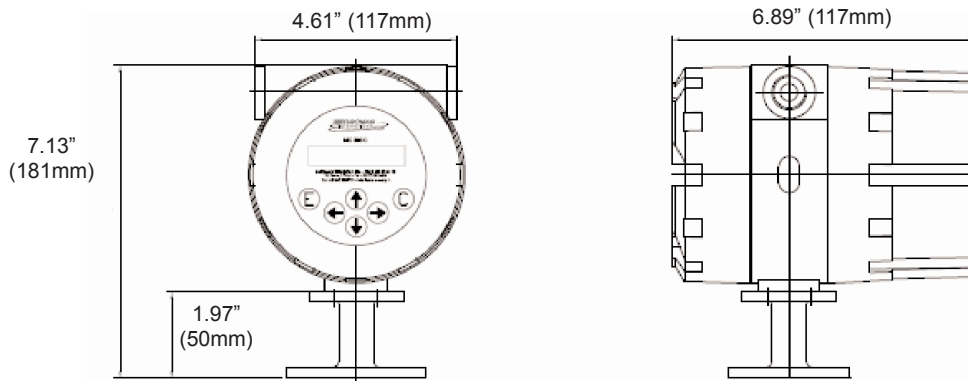
The data logger records date, time, counter, instantaneous flow rate, PCB temperature and battery condition (if applicable). The data can be extracted in CSV format for additional analysis.

Flow rate data can be easily graphed within the configuration software, providing a quick and easy window into the process.



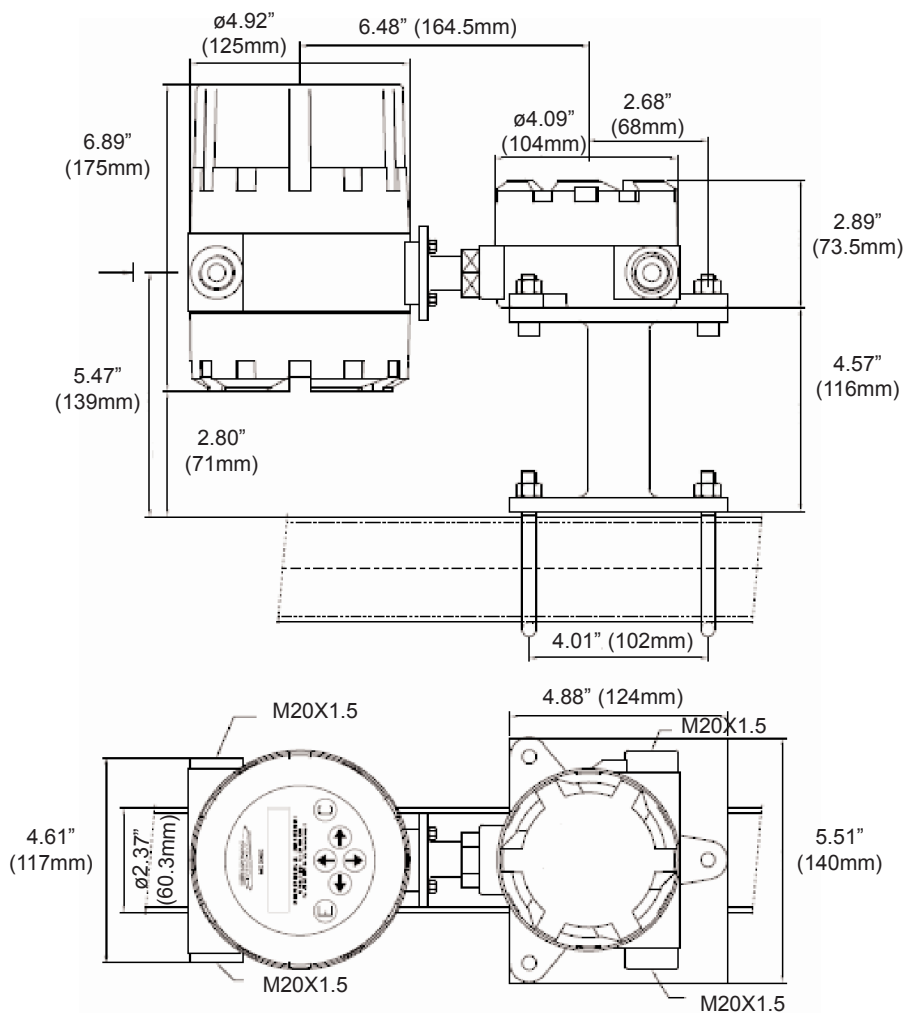
## Dimensions

### MC 608A mounted on flow meter

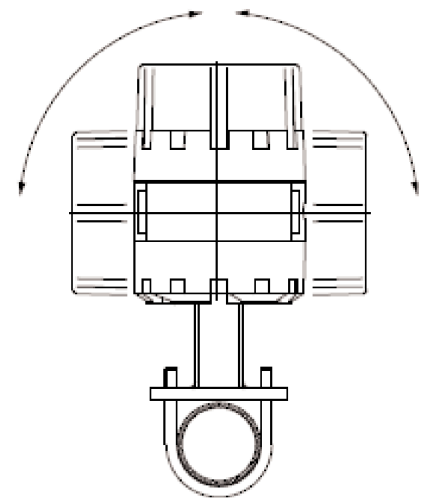


Possible Rotation Angle

### MC 608A remote mounted



Possible Rotation Angle



## Model Number

Please see respective flow sensor brochure for ordering information.



Trademarks are the property of their respective companies.

8930 S. Beck Avenue, Suite 107, Tempe, Arizona 85284 USA  
Tel: (480) 240-3400 • Fax: (480) 240-3401 • Toll Free: 1-800-528-4225  
E-mail: [ftimarket@ftimeters.com](mailto:ftimarket@ftimeters.com) • Web: [www.ftimeters.com](http://www.ftimeters.com)

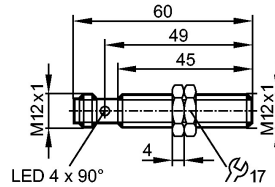
DB 68407 Rev D © 2011 FTI Flow Technology, Inc. Printed in USA



# IFS240

IFK3004BBPKG/US-104

Inductive sensors



## Product characteristics

Inductive sensor
Metal thread M12 x 1
Quick disconnect
Increased sensing range
gold-plated contacts
Sensing range 4 mm; [f] flush mountable

## Electrical data

Electrical design	DC PNP
Operating voltage [V]	10...30 DC
Current consumption [mA]	< 10
Protection class	III
Reverse polarity protection	yes

## Outputs

Output function	normally open
Voltage drop [V]	< 2.5
Current rating [mA]	100
Short-circuit protection	yes
Overload protection	yes
Switching frequency [Hz]	700

## Monitoring range

Sensing range [mm]	4
Real sensing range (Sr) [mm]	4 ± 10 %
Operating distance [mm]	0...3.24

## Accuracy / deviations

Correction factors	mild steel = 1 / stainless steel approx. 0.7 / brass approx. 0.5 / aluminium approx. 0.4 / copper approx. 0.3
Hysteresis [% of Sr]	3...15
Switch-point drift [% of Sr]	-10...10

## Environment

Ambient temperature [°C]	-40...85
Protection	IP 65 / IP 66 / IP 67 / IP 68 / IP 69K

## Tests / approvals

EMC	EN 61000-4-2 ESD: 4 kV CD / 8 kV AD EN 61000-4-3 HF radiated: 10 V/m EN 61000-4-4 Burst: 2 kV EN 61000-4-6 HF conducted: 10 V EN 55011: class B
-----	---

## IFS240

IFK3004BBPKG/US-104

**Inductive sensors**

Vibration resistance		20 g (10...3000 Hz) / 50 cycles per frequency, 1 octave per minute in each of 3 mutually perpendicular axes
	EN 60068-2-6 Fc	
Shock resistance		100 g (11 ms half sine; 3 shocks in each direction along the three coordinate axes)
	EN 60068-2-27 Ea	
Continuous shock resistance		40 g (6 ms; 4000 shocks in each direction along the three coordinate axes)
	EN 60068-2-29 Eb	
Fast temperature changes		TA = -40°C; TB = 85°C; t1 = 30 min; t2 = < 10 s; 50 cycles
	EN 60068-2-14 Na	
Salt spray test		severity level 5 (4 test cycles)
	EN 60068-2-52 Kb	
MTTF	[Years]	1642
UL approval number		A001

### Mechanical data

Mounting		flush mountable
Housing materials		brass white bronze coated; active face: PBT orange; LED window: PEI; lock nuts: brass white bronze coated
Weight	[kg]	0.03

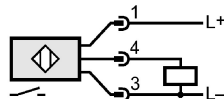
### Displays / operating elements

Output status indication	LED	4 x yellow
--------------------------	-----	------------

### Electrical connection

Connection		M12 connector; gold-plated contacts
------------	--	-------------------------------------

### Wiring



### Accessories

Accessories (included)		2 lock nuts
------------------------	--	-------------

### Remarks

Pack quantity	[piece]	1
---------------	---------	---

**Anexo II – *Datasheets* exemplo para um variador de velocidade do fabricante Siemens e de uma válvula de controlo da SAMSON.**





### Ordering data

6SL3244-0BB12-1BA1

Client order no. :

Order no. :

Offer no. :

Remarks :

Item no. :

Consignment no. :

Project :

### Electrical data

#### Operating voltage via

the Power Module	DC 24 V
external power supply	DC 20 ... 29 V
Max. power consumption	0.5 A
Power loss	5.5 W

### Inputs/ outputs

#### Standard digital inputs

Number	6
Switching level: 0→1	11 V
Switching level: 1→0	5 V

#### Fail-safe digital inputs

Number	1 (Use of 2 × DI Standard)
--------	----------------------------

#### Digital outputs

Number as relay changeover contact	2
------------------------------------	---

#### Analog/ digital inputs

Number	2 (Differential input)
--------	------------------------

#### Analog outputs

Number	2 (Non-isolated output)
--------	-------------------------

### Connections

#### Signal cable

Conductor cross-section	0.05 ... 1.50 mm <sup>2</sup> (30 ... 16 AWG)
-------------------------	---

### Ambient conditions

#### Ambient temperature

Operation	-10 ... 55 °C (14 ... 131 °F)
Storage	-40 ... 70 °C (-40 ... 158 °F)

#### Relative humidity

Max. operation	95 %
----------------	------

### Communication

Communication	RS485
---------------	-------

### Closed-loop control techniques

V/f linear / square-law / parameterizable	Yes
V/f with flux current control (FCC)	Yes
V/f ECO linear / square-law	Yes
Sensorless vector control	Yes
Vector control, with sensor	No
Encoderless torque control	Yes
Torque control, with encoder	No

### Mechanical data

Degree of protection	IP20
Net weight	0.5 kg
Width	73 mm
Height	199 mm
Depth	46 mm

#### Application

Used to convert a direct-current input signal into a pneumatic output signal for measuring and control tasks · Particularly suitable as intermediate element between electric measuring devices and pneumatic controllers or between electric control devices and pneumatic control valves

Ex  
certified 

These converters are designed for use in all kinds of industrial applications, especially in the field of process engineering. The converters accept a load-independent 4 to 20 mA or 0 to 20 mA direct current input signal which they convert into a pneumatic output signal.

Wide output pressure ranges can be selected for the Type 6111 i/p Converter by installing various converter modules (see Technical data). The maximum output pressure that can be achieved is 8 bar.

#### Special features

- Wide selection of measuring ranges
- High output pressures up to 8 bar
- Easy replacement of i/p module
- Zero reset at specific mA value when switch-off electronics are activated
- Operation possible without an upstream pressure regulator
- Version designed as rail-mounting unit with plastic housing or as field unit for offshore applications in a stainless steel enclosure
- Supply air manifold for rail-mounting units available as accessories for 3, 4, 5 and 6 converter units (Fig. 4)

#### Versions

- Type 6111 as a rail-mounting unit (Fig. 1) · Mounted on a top-hat rail
- Type 6111 as a field unit for offshore applications (Fig. 2) Mounted using a bracket

#### Special versions (on request)

- 0/2 to 10 V input signal with Type 6151 module
- Electric connection with an angle connector according to DIN EN 175301-803 A
- AS-Interface connection over Type 6150 module
- Initial pressure of 0 bar possible

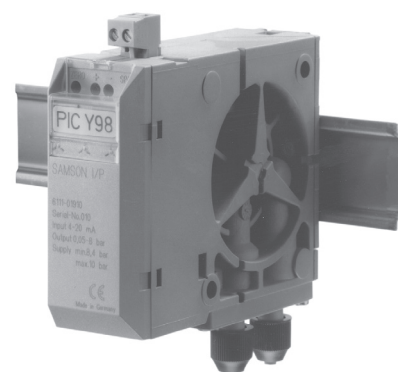


Fig. 1: Type 6111 i/p Converter, rail-mounting unit

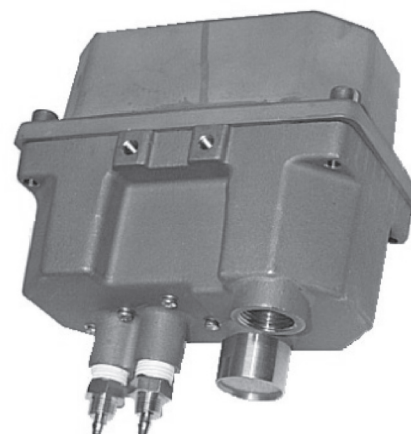


Fig. 2: Type 6111, field unit for offshore applications

### Principle of operation (Fig. 3)

The electropneumatic converter consists of an i/p converter module, which operates according to the force-balance principle, and a downstream volume booster.

When operated, the supplied direct current (4) flows through the plunger coil (2) located in the field of a permanent magnet (3). At the balance beam (1), the force of the plunger coil, which is in proportion to the current, is balanced against the force of the dynamic backpressure. The backpressure is produced on the flapper plate (6) by the air jet leaving the nozzle (7).

The nozzle is supplied with air from the pneumatic output (36). With an input signal of 0 mA, an output pressure of approximately 50 to 80 mbar is already issued due to the offset spring.

The supply air (9) flows in the lower diaphragm chamber, and a certain amount flows to the output. When the current increases, the flapper moves closer to the nozzle. The force of the resulting backpressure  $p_K$  pushes both the diaphragm (5) and sleeve (8) downwards, allowing additional air to enter the chamber. The passing air volume increases until the forces on the diaphragm obtain a state of equilibrium. When the current decreases, this action is reversed. The backpressure created by the nozzle and flapper decreases, and the diaphragm is pressed upwards. In this process, it releases the sleeve, if applicable, and opens the vent (11) until the forces on the diaphragm are balanced again.

Converter modules with an input signal range from 4 to 20 mA have a slide switch which activates the switch-off electronics. The electronics cause the pneumatic output to be vented up to approx. 100 mbar when the input signal falls below  $\pm 4.08$  mA tolerance. In this way, the tight shut-off function of a valve can be guaranteed.

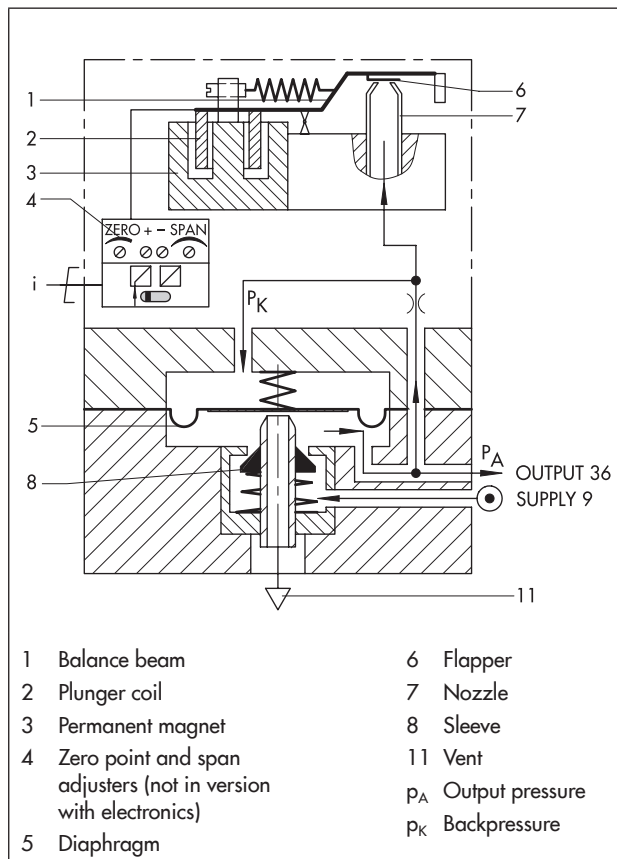


Fig. 3: Functional drawing of Type 6111

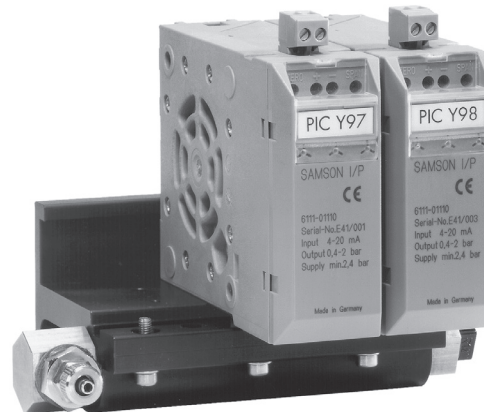






Fig. 4: Supply air manifold for Type 6111



**Table 1: Technical data**

Type		Type 6111	Rail-mounting unit		Field unit	
Explosion protection			 II 2 G Ex ia IIC T6		 II 3 G Ex nA IIC T6	
Input			4 to 20 mA (0 to 20 mA on request), for split-range: 4 to 12 mA or 12 to 20 mA, other signals on request			
Load	Standard		≤ 6 V (corresponding to 300 Ω at 20 mA)			
	Explosion-protected version		7 V (corresponding to 350 Ω at 20 mA)			
		Version without switch-off electronics:	≤ 4 V (corresponding to 200 Ω at 20 mA)			
Output			with Type 6112 i/p Module		0.2 to 1 bar (3 to 15 psi) (standard range) 0.4 to 2 bar (6 to 30 psi) (standard range) Special ranges adjustable at the factory to meet customer specifications	
					Initial value <sup>2)</sup>	Span Δp
			Module A		0.1 to 0.4 bar	0.75 to 1.0 bar
			Module B		0.1 to 0.4 bar	1.0 to 1.35 bar
			Module C		0.1 to 0.4 bar	1.35 to 1.81 bar
			Module D		0.1 to 0.8 bar	1.81 to 2.44 bar
			Module E		0.1 to 0.8 bar	2.44 to 3.28 bar
			Module F		0.1 to 0.8 bar	3.28 to 4.42 bar
			Module G		0.1 to 1.2 bar	4.42 to 5.94 bar
			Module H		0.1 to 1.2 bar	5.94 to 8.0 bar <sup>1)</sup>
		Max. air output capacity <sup>3)</sup>	2.0 m³/h at an output of 0.6 bar (0.2 to 1.0 bar) 2.5 m³/h at an output of 1.2 bar (0.4 to 2.0 bar) 8.5 m³/h at an output of 5.0 bar (0.1 to 8.0 bar)			
Supply air			At least 0.4 bar above the upper signal pressure range value, max. 10 bar without supply pressure regulator			
Air quality acc. to ISO 8573-1: 2001		Max. particle size and density: Class 4 · Oil content: Class 3 · Pressure dew point: Class 3 or at least 10 K below the lowest ambient temperature to be expected				
Power consumption		0.08 m <sub>n</sub> ³/h at 1.4 bar · 0.1 m <sub>n</sub> ³/h at 2.4 bar · Max. 0.26 m <sub>n</sub> ³/h at 10 bar				
Characteristic			Characteristic: Output linear to input			
Hysteresis		≤ 0.3 % of final value				
Deviation from terminal-based conformity		≤ 1 % of upper range value (for upper range values up to 5 bar); more exact values on request · ≤ 1.5 % of upper range value (for upper range values above 5 bar)				
Effect in % of the upper range value		Supply air: < 0.1 %/0.1 bar				
		Alternating load, supply air failure, interruption of the input current: < 0.3 %				
		Ambient temperature: lower range value < 0.03 %/K, span < 0.03 %/K				
Dynamic response			At an output of 0.2 to 1 bar			
Limiting frequency		5.3 Hz				
Phase shift		-130°				
Variable position			Max. 3.5 % depending on mounting position: e.g. ± 1 % when mounted horizontally			
Ambient conditions, degree of protection, weight						
Storage temperature			-40 to 70 °C			
Ambient temperature			-20 to 70 °C			
Degree of protection			IP 20		IP 65	
Compliance			 			
Weight	Approx.		0.35 kg		1.9 kg	
Materials						
Housing			Glass-fiber-reinforced polyamide		Stainless steel 1.4581	

<sup>1)</sup> Max. possible output pressure 8 bar

<sup>2)</sup> Initial value raised up to 3.0 bar (special version)

<sup>3)</sup> Measured with 2 m hose with 4 mm inside diameter

### Summary of explosion protection approvals

Version	Type of approval	Certificate number	Date	Type of protection	Comments
6111-1	EC Type Examination Certificate	PTB 01 ATEX 2174	2001-11-26	II 2 G Ex ia IIC T6	–
6111-8	Statement of Conformity	PTB 02 ATEX 2013 X	2001-11-26	II 3 G Ex nA II T6	–

The test certificates are included in the mounting and operating instructions or are available on request.

## Electrical connection

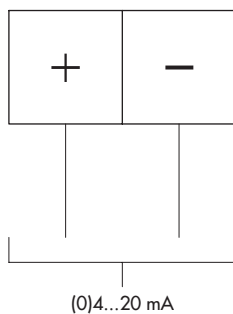


Fig. 5: Terminal assignment

## Installation

- **Rail-mounting unit** for mounting on a top hat rail according to DIN EN 60715, 35 mm wide
  - Wall mounting possible, using holes with  $\varnothing 5.5$  mm
  - Air connections (supply air and output): hose connection suitable for hose (4 mm inside diameter and 6 mm outside diameter) as standard; also available as ports with  $\frac{1}{8}$  NPT, G  $\frac{1}{8}$  or M5 female thread
  - Electrical connection: terminals for 0.5 to 2.5 mm<sup>2</sup> wires

**Note:** On using a plug-on terminal, the connections marked '+' and '-' at the front of the converter are to be ignored.

- **Field units** for offshore applications for mounting using a bracket
  - Mounting bracket (stainless steel), item number: 1400-7432
  - Pneumatic connections:  $\frac{1}{4}$  NPT
  - Electrical connection: M20 x 1.5

## Dimensions · Type 6111 as rail-mounting unit and field unit · Dimensions in mm

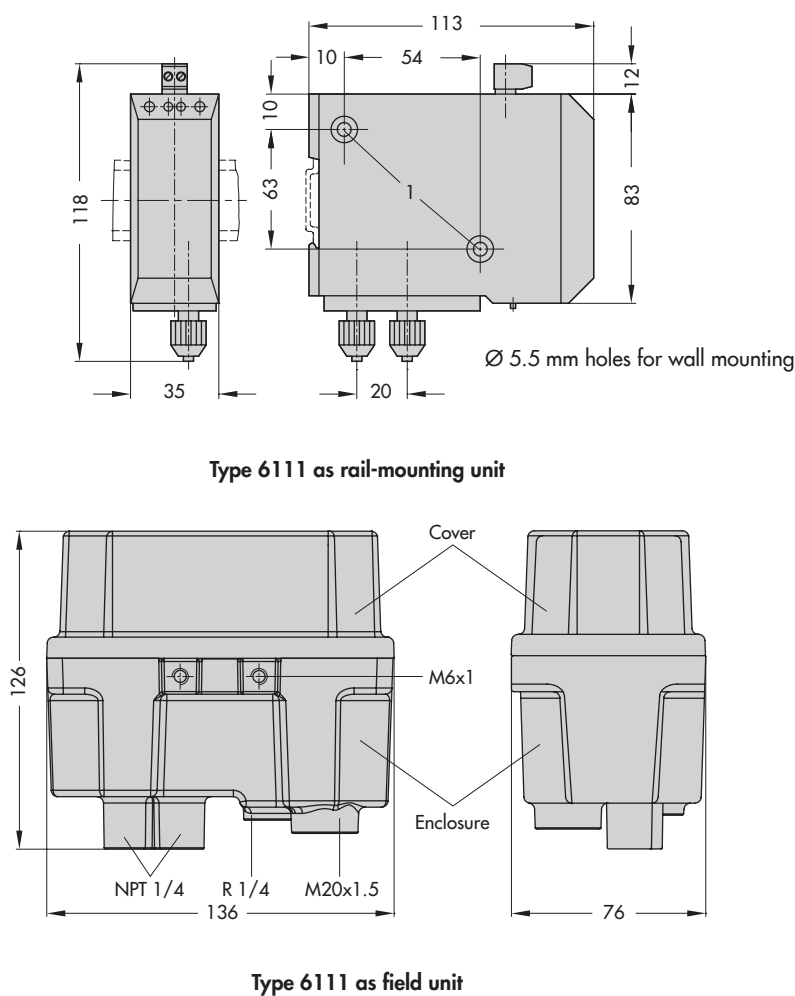


Fig. 6: Dimensions

[illegible]

- # T 6111 EN

Specifications subject to change without notice



SAMSON AG · MESS- UND REGELTECHNIK  
Weismüllerstraße 3 · 60314 Frankfurt am Main, Germany  
Phone: +49 69 4009-0 · Fax: +49 69 4009-1507  
samson@samson.de · [www.samson.de](http://www.samson.de)

**T 6111 EN**

2015-06-01 · English

## **Anexo III – Folha de características do CPU S7-1200**



SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, COMPACT CPU, AC/DC/RLY,  
ONBOARD I/O: 14 DI 24V DC; 10 DO RELAY 2A; 2 AI 0 - 10V DC,  
POWER SUPPLY: AC 85 - 264 V AC AT 47 - 63 HZ,  
PROGRAM/DATA MEMORY: 100 KB



General information	
Product type designation	CPU 1214C AC/DC/Relay
Firmware version	V4.2
Engineering with	
• Programming package	STEP 7 V14 or higher
Supply voltage	
Rated value (AC)	
• 120 V AC	Yes
• 230 V AC	Yes
permissible range, lower limit (AC)	85 V
permissible range, upper limit (AC)	264 V
Line frequency	
• permissible range, lower limit	47 Hz
• permissible range, upper limit	63 Hz
Input current	
Current consumption (rated value)	100 mA at 120 V AC; 50 mA at 240 V AC
Current consumption, max.	300 mA at 120 V AC; 150 mA at 240 V AC
Inrush current, max.	20 A; at 264 V

$I^2t$	0.8 A <sup>2</sup> ·s
<b>Output current</b>	
for backplane bus (5 V DC), max.	1 600 mA; Max. 5 V DC for SM and CM
<b>Encoder supply</b>	
24 V encoder supply	
• 24 V	20.4 to 28.8V
<b>Power loss</b>	
Power loss, typ.	14 W
<b>Memory</b>	
<b>Work memory</b>	
• integrated	100 kbyte
• expandable	No
<b>Load memory</b>	
• integrated	4 Mbyte
• Plug-in (SIMATIC Memory Card), max.	with SIMATIC memory card
<b>Backup</b>	
• present	Yes
• maintenance-free	Yes
• without battery	Yes
<b>CPU processing times</b>	
for bit operations, typ.	0.085 µs; / instruction
for word operations, typ.	1.7 µs; / instruction
for floating point arithmetic, typ.	2.3 µs; / instruction
<b>CPU-blocks</b>	
Number of blocks (total)	DBs, FCs, FBs, counters and timers. The maximum number of addressable blocks ranges from 1 to 65535. There is no restriction, the entire working memory can be used
<b>OB</b>	
• Number, max.	Limited only by RAM for code
<b>Data areas and their retentivity</b>	
Retentive data area (incl. timers, counters, flags), max.	10 kbyte
<b>Flag</b>	
• Number, max.	8 kbyte; Size of bit memory address area
<b>Local data</b>	
• per priority class, max.	16 kbyte; Priority class 1 (program cycle): 16 KB, priority class 2 to 26: 6 KB
<b>Address area</b>	
<b>Process image</b>	
• Inputs, adjustable	1 kbyte



- Outputs, adjustable

1 kbyte

## Hardware configuration

Number of modules per system, max. 3 comm. modules, 1 signal board, 8 signal modules

## Time of day

### Clock

- Hardware clock (real-time) Yes
- Backup time 480 h; Typical
- Deviation per day, max. +/- 60 s/month at 25 °C

## Digital inputs

Number of digital inputs 14; Integrated  
 • of which inputs usable for technological functions 6; HSC (High Speed Counting)

Source/sink input Yes

### Number of simultaneously controllable inputs

all mounting positions

— up to 40 °C, max. 14

### Input voltage

- Rated value (DC) 24 V
- for signal "0" 5 V DC at 1 mA
- for signal "1" 15 V DC at 2.5 mA

### Input delay (for rated value of input voltage)

#### for standard inputs

- parameterizable 0.2 ms, 0.4 ms, 0.8 ms, 1.6 ms, 3.2 ms, 6.4 ms and 12.8 ms, selectable in groups of four
- at "0" to "1", min. 0.2 ms
- at "0" to "1", max. 12.8 ms

#### for interrupt inputs

- parameterizable Yes

#### for counter/technological functions

- parameterizable Single phase: 3 @ 100 kHz & 3 @ 30 kHz, differential: 3 @ 80 kHz & 3 @ 30 kHz

### Cable length

- shielded, max. 500 m; 50 m for technological functions
- unshielded, max. 300 m; For technological functions: No

## Digital outputs

Number of digital outputs 10; Relays

### Switching capacity of the outputs

- with resistive load, max. 2 A
- on lamp load, max. 30 W with DC, 200 W with AC

### Output delay with resistive load

- "0" to "1", max. 10 ms; max.

• "1" to "0", max.	10 ms; max.
Relay outputs	
• Number of operating cycles, max.	mechanically 10 million, at rated load voltage 100 000
Cable length	
• shielded, max.	500 m
• unshielded, max.	150 m
Analog inputs	
Number of analog inputs	2
Input ranges	
• Voltage	Yes
Input ranges (rated values), voltages	
• 0 to +10 V	Yes
• Input resistance (0 to 10 V)	≥100k ohms
Cable length	
• shielded, max.	100 m; twisted and shielded
Analog outputs	
Number of analog outputs	0
Analog value generation for the inputs	
Integration and conversion time/resolution per channel	
• Resolution with overrange (bit including sign), max.	10 bit
• Integration time, parameterizable	Yes
• Conversion time (per channel)	625 µs
Encoder	
Connectable encoders	
• 2-wire sensor	Yes
1. Interface	
Interface type	PROFINET
Physics	Ethernet
Isolated	Yes
automatic detection of transmission rate	Yes
Autonegotiation	Yes
Autocrossing	Yes
Interface types	
• Number of ports	1
• integrated switch	No
Functionality	
• PROFINET IO Controller	Yes
• PROFINET IO Device	Yes
• SIMATIC communication	Yes

• Open IE communication	Yes
• Web server	Yes
• Media redundancy	No
<b>PROFINET IO Controller</b>	
• Transmission rate, max.	100 Mbit/s
<b>Services</b>	
— PG/OP communication	Yes
— S7 routing	Yes
— Isochronous mode	No
— Open IE communication	Yes
— IRT	No
— MRP	No
— MRPD	No
— PROFINergy	No
— Prioritized startup	Yes
— Number of IO devices with prioritized startup, max.	16
— Number of connectable IO Devices, max.	16
— Number of connectable IO Devices for RT, max.	16
— of which in line, max.	16
— Activation/deactivation of IO Devices	Yes
— Number of IO Devices that can be simultaneously activated/deactivated, max.	8
— Updating time	The minimum value of the update time also depends on the communication component set for PROFINET IO, on the number of IO devices and the quantity of configured user data.
<b>PROFINET IO Device</b>	
<b>Services</b>	
— PG/OP communication	Yes
— S7 routing	Yes
— Isochronous mode	No
— Open IE communication	Yes
— IRT	No
— MRP	No
— MRPD	No
— PROFINergy	Yes
— Shared device	Yes
— Number of IO Controllers with shared device, max.	2
<b>Protocols</b>	
Supports protocol for PROFINET IO	Yes

PROFIBUS	Yes; CM 1243-5 required
AS-Interface	Yes; CM 1243-2 required
Protocols (Ethernet)	
• TCP/IP	Yes
• DHCP	No
• SNMP	Yes
• DCP	Yes
• LLDP	Yes
Further protocols	
• MODBUS	Yes
Communication functions	
S7 communication	
• supported	Yes
• as server	Yes
• as client	Yes
• User data per job, max.	See online help (S7 communication, user data size)
Open IE communication	
• TCP/IP	Yes
— Data length, max.	8 kbyte
• ISO-on-TCP (RFC1006)	Yes
— Data length, max.	8 kbyte
• UDP	Yes
— Data length, max.	1 472 byte
Web server	
• supported	Yes
• User-defined websites	Yes
Number of connections	
• overall	16; dynamically
Test commissioning functions	
Status/control	
• Status/control variable	Yes
• Variables	Inputs/outputs, memory bits, DBs, distributed I/Os, timers, counters
Forcing	
• Forcing	Yes
Diagnostic buffer	
• present	Yes
Traces	
• Number of configurable Traces	2
• Memory size per trace, max.	512 kbyte
Interrupts/diagnostics/status information	

<b>Diagnostics indication LED</b>	
• RUN/STOP LED	Yes
• ERROR LED	Yes
• MAINT LED	Yes
<b>Integrated Functions</b>	
Number of counters	6
Counting frequency (counter) max.	100 kHz
Frequency meter	Yes
controlled positioning	Yes
Number of position-controlled positioning axes, max.	8
Number of positioning axes via pulse-direction interface	Up to 4 with SB 1222
PID controller	Yes
Number of alarm inputs	4
<b>Potential separation</b>	
<b>Potential separation digital inputs</b>	
• Potential separation digital inputs	500V AC for 1 minute
• between the channels, in groups of	1
<b>Potential separation digital outputs</b>	
• Potential separation digital outputs	Relays
• between the channels	No
• between the channels, in groups of	2
<b>EMC</b>	
<b>Interference immunity against discharge of static electricity</b>	
• Interference immunity against discharge of static electricity acc. to IEC 61000-4-2	Yes
— Test voltage at air discharge	8 kV
— Test voltage at contact discharge	6 kV
<b>Interference immunity to cable-borne interference</b>	
• Interference immunity on supply lines acc. to IEC 61000-4-4	Yes
• Interference immunity on signal cables acc. to IEC 61000-4-4	Yes
<b>Interference immunity against voltage surge</b>	
• on the supply lines acc. to IEC 61000-4-5	Yes
<b>Interference immunity against conducted variable disturbance induced by high-frequency fields</b>	
• Interference immunity against high-frequency radiation acc. to IEC 61000-4-6	Yes
<b>Emission of radio interference acc. to EN 55 011</b>	
• Limit class A, for use in industrial areas	Yes; Group 1
• Limit class B, for use in residential areas	Yes; When appropriate measures are used to ensure compliance with the limits for Class B according to EN 55011

Degree and class of protection	
Degree of protection acc. to EN 60529	
• IP20	Yes
Standards, approvals, certificates	
CE mark	Yes
UL approval	Yes
cULus	Yes
FM approval	Yes
RCM (formerly C-TICK)	Yes
KC approval	Yes
Marine approval	
• Marine approval	Yes
Ambient conditions	
Free fall	
• Fall height, max.	0.3 m; five times, in product package
Ambient temperature during operation	
• min.	-20 °C
• max.	60 °C; Number of simultaneously activated inputs or outputs 7 or 5 (no adjacent points) at 60 °C horizontal or 50 °C vertical, 14 or 10 at 55 °C horizontal or 45 °C vertical
• horizontal installation, min.	-20 °C
• horizontal installation, max.	60 °C
• vertical installation, min.	-20 °C
• vertical installation, max.	50 °C
Ambient temperature during storage/transportation	
• min.	-40 °C
• max.	70 °C
Air pressure acc. to IEC 60068-2-13	
• Operation, min.	795 hPa
• Operation, max.	1 080 hPa
• Storage/transport, min.	660 hPa
• Storage/transport, max.	1 080 hPa
• permissible operating height	-1000 to 2000 m
Relative humidity	
• permissible range (without condensation) at 25 °C	95 %
Vibrations	
• Vibrations	2 g (m/s <sup>2</sup> ) wall mounting, 1 g (m/s <sup>2</sup> ) DIN rail
• Operation, tested according to IEC 60068-2-6	Yes
Shock test	
• tested according to IEC 60068-2-27	Yes; IEC 68, Part 2-27 half-sine: strength of the shock 15 g (peak value), duration 11 ms

Extended ambient conditions	
Pollutant concentrations	
— SO2 at RH < 60% without condensation	SO2: < 0.5 ppm; H2S: < 0.1 ppm; RH < 60% condensation-free
Configuration	
Programming	
Programming language	
— LAD	Yes
— FBD	Yes
— SCL	Yes
Know-how protection	
• User program protection/password protection	Yes
• Copy protection	Yes
• Block protection	Yes
Access protection	
• Protection level: Write protection	Yes
• Protection level: Read/write protection	Yes
• Protection level: Complete protection	Yes
Cycle time monitoring	
• adjustable	Yes
Dimensions	
Width	110 mm
Height	100 mm
Depth	75 mm
Weights	
Weight, approx.	455 g
<b>last modified:</b>	04/11/2017

**Anexo IV – Manuais de características técnicas de PLC, módulos de E/S, OLM e *switch* de rede.**





SIMATIC S7-300 CPU 317-2 PN/DP, CENTRAL PROCESSING UNIT WITH 1 MB WORKING MEMORY, 1. INTERFACE MPI/DP 12MBIT/S, 2. INTERFACE ETHERNET PROFINET, WITH 2 PORT SWITCH, MICRO MEMORY CARD NECESSARY



General information	
Hardware product version	01
Firmware version	V3.2
Engineering with	
• Programming package	STEP 7 V5.5 or higher
Supply voltage	
Rated value (DC)	
• 24 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	20.4 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
external protection for power supply lines (recommendation)	2 A min.
Mains buffering	
• Mains/voltage failure stored energy time	5 ms
• Repeat rate, min.	1 s
Input current	
Current consumption (rated value)	750 mA
Current consumption (in no-load operation), typ.	150 mA

Inrush current, typ.	4 A
$I^2t$	1 A <sup>2</sup> ·s
<b>Power loss</b>	
Power loss, typ.	4.65 W
<b>Memory</b>	
<b>Work memory</b>	
• integrated	1 024 kbyte
• expandable	No
• Size of retentive memory for retentive data blocks	256 kbyte
<b>Load memory</b>	
• Plug-in (MMC)	Yes
• Plug-in (MMC), max.	8 Mbyte
• Data management on MMC (after last programming), min.	10 y
<b>Backup</b>	
• present	Yes; Guaranteed by MMC (maintenance-free)
• without battery	Yes; Program and data
<b>CPU processing times</b>	
for bit operations, typ.	0.025 µs
for word operations, typ.	0.03 µs
for fixed point arithmetic, typ.	0.04 µs
for floating point arithmetic, typ.	0.16 µs
<b>CPU-blocks</b>	
Number of blocks (total)	2 048; (DBs, FCs, FBs); the maximum number of loadable blocks can be reduced by the MMC used.
<b>DB</b>	
• Number, max.	2 048; Number range: 1 to 16000
• Size, max.	64 kbyte
<b>FB</b>	
• Number, max.	2 048; Number range: 0 to 7999
• Size, max.	64 kbyte
<b>FC</b>	
• Number, max.	2 048; Number range: 0 to 7999
• Size, max.	64 kbyte
<b>OB</b>	
• Size, max.	64 kbyte
• Number of free cycle OBs	1; OB 1
• Number of time alarm OBs	1; OB 10
• Number of delay alarm OBs	2; OB 20, 21
• Number of cyclic interrupt OBs	4; OB 32, 33, 34, 35

• Number of process alarm OBs	1; OB 40
• Number of DPV1 alarm OBs	3; OB 55, 56, 57
• Number of isochronous mode OBs	1; OB 61 - isochronous mode is possible either on DP or PROFINET IO (not simultaneously)
• Number of startup OBs	1; OB 100
• Number of asynchronous error OBs	6; OB 80, 82, 83, 85, 86, 87 (OB83 only for PROFINET IO)
• Number of synchronous error OBs	2; OB 121, 122
<b>Nesting depth</b>	
• per priority class	16
• additional within an error OB	4
<b>Counters, timers and their retentivity</b>	
<b>S7 counter</b>	
• Number	512
<b>Retentivity</b>	
— adjustable	Yes
— lower limit	0
— upper limit	511
— preset	Z 0 to Z 7
<b>Counting range</b>	
— can be set	Yes
— lower limit	0
— upper limit	999
<b>IEC counter</b>	
• present	Yes
• Type	SFB
• Number	Unlimited (limited only by RAM capacity)
<b>S7 times</b>	
• Number	512
<b>Retentivity</b>	
— adjustable	Yes
— lower limit	0
— upper limit	511
— preset	No retentivity
<b>Time range</b>	
— lower limit	10 ms
— upper limit	9 990 s
<b>IEC timer</b>	
• present	Yes
• Type	SFB
• Number	Unlimited (limited only by RAM capacity)
<b>Data areas and their retentivity</b>	

retentive data area in total	All, max. 256 KB
<b>Flag</b>	
• Number, max.	4 096 byte
• Retentivity available	Yes; From MB 0 to MB 4095
• Retentivity preset	MB 0 to MB 15
• Number of clock memories	8; 1 memory byte
<b>Data blocks</b>	
• Number, max.	2 048; Number range: 1 to 16000
• Size, max.	64 kbyte
• Retentivity adjustable	Yes; via non-retain property on DB
• Retentivity preset	Yes
<b>Local data</b>	
• per priority class, max.	32 768 byte; Max. 2048 bytes per block
<b>Address area</b>	
<b>I/O address area</b>	
• Inputs	8 192 byte
• Outputs	8 192 byte
<b>of which distributed</b>	
— Inputs	8 192 byte
— Outputs	8 192 byte
<b>Process image</b>	
• Inputs	8 192 byte
• Outputs	8 192 byte
• Inputs, adjustable	8 192 byte
• Outputs, adjustable	8 192 byte
• Inputs, default	256 byte
• Outputs, default	256 byte
<b>Subprocess images</b>	
• Number of subprocess images, max.	1; With PROFINET IO, the length of the user data is limited to 1600 bytes
<b>Digital channels</b>	
• Inputs	65 536
— of which central	1 024
• Outputs	65 536
— of which central	1 024
<b>Analog channels</b>	
• Inputs	4 096
— of which central	256
• Outputs	4 096
— of which central	256
<b>Hardware configuration</b>	

Number of expansion units, max.	3
Number of DP masters	
• integrated	1
• via CP	4
Number of operable FMs and CPs (recommended)	
• FM	8
• CP, PtP	8
• CP, LAN	10
Rack	
• Racks, max.	4
• Modules per rack, max.	8
Time of day	
Clock	
• Hardware clock (real-time)	Yes
• retentive and synchronizable	Yes
• Backup time	6 wk; At 40 °C ambient temperature
• Deviation per day, max.	10 s; Typ.: 2 s
• Behavior of the clock following POWER-ON	Clock continues running after POWER OFF
• Behavior of the clock following expiry of backup period	Clock continues to run with the time at which the power failure occurred
Operating hours counter	
• Number	4
• Number/Number range	0 to 3
• Range of values	0 to 2 <sup>31</sup> hours (when using SFC 101)
• Granularity	1 hour
• retentive	Yes; Must be restarted at each restart
Clock synchronization	
• supported	Yes
• to MPI, master	Yes
• to MPI, slave	Yes
• to DP, master	Yes; With DP slave only slave clock
• to DP, slave	Yes
• in AS, master	Yes
• in AS, slave	Yes
• on Ethernet via NTP	Yes; As client
Digital inputs	
Number of digital inputs	0
Digital outputs	
Number of digital outputs	0
Analog inputs	

Number of analog inputs	0
<b>Analog outputs</b>	
Number of analog outputs	0
<b>Interfaces</b>	
Number of industrial Ethernet interfaces	1; 2 ports (switch) RJ45
Number of RS 485 interfaces	1; Combined MPI / PROFIBUS DP
Number of RS 422 interfaces	0
<b>1. Interface</b>	
Interface type	Integrated RS 485 interface
Physics	RS 485
Isolated	Yes
Power supply to interface (15 to 30 V DC), max.	200 mA
<b>Functionality</b>	
• MPI	Yes
• PROFIBUS DP master	Yes
• PROFIBUS DP slave	Yes
• Point-to-point connection	No
<b>MPI</b>	
• Transmission rate, max.	12 Mbit/s
<b>Services</b>	
— PG/OP communication	Yes
— Routing	Yes
— Global data communication	Yes
— S7 basic communication	Yes
— S7 communication	Yes
— S7 communication, as client	No; but via CP and loadable FB
— S7 communication, as server	Yes
<b>DP master</b>	
• Transmission rate, max.	12 Mbit/s
• Number of DP slaves, max.	124
<b>Services</b>	
— PG/OP communication	Yes
— Routing	Yes
— Global data communication	No
— S7 basic communication	Yes; I blocks only
— S7 communication	Yes
— S7 communication, as client	No
— S7 communication, as server	Yes
— Equidistance	Yes
— Isochronous mode	Yes; OB 61; isochronous mode can only be used alternatively on PROFIBUS DP or PROFINET IO

— SYNC/FREEZE	Yes
— Activation/deactivation of DP slaves	Yes
— Number of DP slaves that can be simultaneously activated/deactivated, max.	8
— Direct data exchange (slave-to-slave communication)	Yes; As subscriber
— DPV1	Yes
<b>Address area</b>	
— Inputs, max.	8 kbyte
— Outputs, max.	8 kbyte
<b>User data per DP slave</b>	
— Inputs, max.	244 byte
— Outputs, max.	244 byte
<b>DP slave</b>	
• Transmission rate, max.	12 Mbit/s
• automatic baud rate search	Yes; only with passive interface
• Address area, max.	32
• User data per address area, max.	32 byte
<b>Services</b>	
— PG/OP communication	Yes
— Routing	Yes; Only with active interface
— Global data communication	No
— S7 basic communication	No
— S7 communication	Yes
— S7 communication, as client	No
— S7 communication, as server	Yes; Connection configured on one side only
— Direct data exchange (slave-to-slave communication)	Yes
— DPV1	No
<b>Transfer memory</b>	
— Inputs	244 byte
— Outputs	244 byte

<b>2. Interface</b>	
Interface type	PROFINET
Physics	Ethernet RJ45
Isolated	Yes
automatic detection of transmission rate	Yes; 10/100 Mbit/s
Autonegotiation	Yes
Autocrossing	Yes
Change of IP address at runtime, supported	Yes
<b>Interface types</b>	
• Number of ports	2



• integrated switch	Yes
<b>Media redundancy</b>	
• supported	Yes
• Switchover time on line break, typ.	200 ms; PROFINET MRP
• Number of stations in the ring, max.	50
<b>Functionality</b>	
• MPI	No
• PROFINET IO Controller	Yes; Also simultaneously with IO-Device functionality
• PROFINET IO Device	Yes; Also simultaneously with IO Controller functionality
• PROFINET CBA	Yes
• PROFIBUS DP master	No
• PROFIBUS DP slave	No
• Open IE communication	Yes; Via TCP/IP, ISO on TCP, and UDP
• Web server	Yes
— Number of HTTP clients	5
<b>PROFINET IO Controller</b>	
• Transmission rate, max.	100 Mbit/s
<b>Services</b>	
— PG/OP communication	Yes
— Routing	Yes
— S7 communication	Yes; with loadable FBs, max. configurable connections: 16, max. number of instances: 32
— Isochronous mode	Yes; OB 61; isochronous mode can only be used alternatively on PROFIBUS DP or PROFINET IO
— Open IE communication	Yes; Via TCP/IP, ISO on TCP, and UDP
— IRT	Yes
— Shared device	Yes
— Prioritized startup	Yes
— Number of IO devices with prioritized startup, max.	32
— Number of connectable IO Devices, max.	128
— Of which IO devices with IRT, max.	64
— of which in line, max.	64
— Number of IO Devices with IRT and the option "high flexibility"	128
— of which in line, max.	61
— Number of connectable IO Devices for RT, max.	128
— of which in line, max.	128
— Activation/deactivation of IO Devices	Yes
— Number of IO Devices that can be simultaneously activated/deactivated, max.	8

— IO Devices changing during operation (partner ports), supported	Yes
— Number of IO Devices per tool, max.	8
— Device replacement without swap medium	Yes
— Send cycles	250 µs, 500 µs, 1 ms; 2 ms, 4 ms (not in the case of IRT with "high flexibility" option)
— Updating time	250 µs to 512 ms (depending on the operating mode, see Manual "S7-300 CPU 31xC and CPU 31x, Technical Data" for more details)
<b>Address area</b>	
— Inputs, max.	8 kbyte
— Outputs, max.	8 kbyte
— User data consistency, max.	1 024 byte
<b>PROFINET IO Device</b>	
<b>Services</b>	
— PG/OP communication	Yes
— Routing	Yes
— S7 communication	Yes; with loadable FBs, max. configurable connections: 16, max. number of instances: 32
— Isochronous mode	No
— Open IE communication	Yes; Via TCP/IP, ISO on TCP, and UDP
— IRT	Yes
— PROFINergy	Yes; With SFB 73 / 74 prepared for loadable PROFINergy standard FB for I-Device
— Shared device	Yes
— Number of IO Controllers with shared device, max.	2
<b>Transfer memory</b>	
— Inputs, max.	1 440 byte; Per IO Controller with shared device
— Outputs, max.	1 440 byte; Per IO Controller with shared device
<b>Submodules</b>	
— Number, max.	64
— User data per submodule, max.	1 024 byte
<b>PROFINET CBA</b>	
• acyclic transmission	Yes
• cyclic transmission	Yes
<b>Open IE communication</b>	
• Number of connections, max.	16
• Local port numbers used at the system end	0, 20, 21, 23, 25, 80, 102, 135, 161, 443, 8080, 34962, 34963, 34964, 65532, 65533, 65534, 65535
• Keep-alive function, supported	Yes
<b>Isochronous mode</b>	

Isochronous operation (application synchronized up to terminal)	Yes; Via PROFIBUS DP or PROFINET interface
<b>Communication functions</b>	
PG/OP communication	Yes
Data record routing	Yes
<b>Global data communication</b>	
• supported	Yes
• Number of GD loops, max.	8
• Number of GD packets, max.	8
• Number of GD packets, transmitter, max.	8
• Number of GD packets, receiver, max.	8
• Size of GD packets, max.	22 byte
• Size of GD packet (of which consistent), max.	22 byte
<b>S7 basic communication</b>	
• supported	Yes
• User data per job, max.	76 byte
• User data per job (of which consistent), max.	76 byte; 76 bytes (with X_SEND or X_RCV); 64 bytes (with X_PUT or X_GET as server)
<b>S7 communication</b>	
• supported	Yes
• as server	Yes
• as client	Yes; via integrated PROFINET interface and loadable FB or via CP and loadable FB
• User data per job, max.	See online help of STEP 7 (shared parameters of the SFBs/FBs and of the SFCs/FCs of S7 Communication)
<b>S5 compatible communication</b>	
• supported	Yes; via CP and loadable FC
<b>Open IE communication</b>	
• TCP/IP	Yes; via integrated PROFINET interface and loadable FBs
— Number of connections, max.	16
— Data length for connection type 01H, max.	1 460 byte
— Data length for connection type 11H, max.	32 768 byte
— several passive connections per port, supported	Yes
• ISO-on-TCP (RFC1006)	Yes; via integrated PROFINET interface and loadable FBs
— Number of connections, max.	16
— Data length, max.	32 768 byte
• UDP	Yes; via integrated PROFINET interface and loadable FBs
— Number of connections, max.	16
— Data length, max.	1 472 byte
<b>Web server</b>	
• supported	Yes

• Number of HTTP clients	5
• User-defined websites	Yes
<b>PROFINET CBA (at set setpoint communication load)</b>	
• Setpoint for the CPU communication load	50 %
• Number of remote interconnection partners	32
• Number of functions, master/slave	30
• Total of all master/slave connections	1 000
• Data length of all incoming connections master/slave, max.	4 000 byte
• Data length of all outgoing connections master/slave, max.	4 000 byte
• Number of device-internal and PROFIBUS interconnections	500
• Data length of device-internal und PROFIBUS interconnections, max.	4 000 byte
• Data length per connection, max.	1 400 byte
<b>Remote interconnections with acyclic transmission</b>	
— Sampling frequency: Sampling time, min.	500 ms
— Number of incoming interconnections	100
— Number of outgoing interconnections	100
— Data length of all incoming interconnections, max.	2 000 byte
— Data length of all outgoing interconnections, max.	2 000 byte
— Data length per connection, max.	1 400 byte
<b>Remote interconnections with cyclic transmission</b>	
— Transmission frequency: Transmission interval, min.	10 ms
— Number of incoming interconnections	200
— Number of outgoing interconnections	200
— Data length of all incoming interconnections, max.	2 000 byte
— Data length of all outgoing interconnections, max.	2 000 byte
— Data length per connection, max.	450 byte
<b>HMI variables via PROFINET (acyclic)</b>	
— Number of stations that can log on for HMI variables (PN OPC/iMap)	3; 2x PN OPC/1x iMap
— HMI variable updating	500 ms
— Number of HMI variables	200
— Data length of all HMI variables, max.	2 000 byte
<b>PROFIBUS proxy functionality</b>	
— supported	Yes

— Number of linked PROFIBUS devices	16
— Data length per connection, max.	240 byte; Slave-dependent
<b>Number of connections</b>	
• overall	32
• usable for PG communication	31
— reserved for PG communication	1
— adjustable for PG communication, min.	1
— adjustable for PG communication, max.	31
• usable for OP communication	31
— reserved for OP communication	1
— adjustable for OP communication, min.	1
— adjustable for OP communication, max.	31
• usable for S7 basic communication	30
— reserved for S7 basic communication	0
— adjustable for S7 basic communication, min.	0
— adjustable for S7 basic communication, max.	30
• usable for S7 communication	16
— reserved for S7 communication	0
— adjustable for S7 communication, min.	0
— adjustable for S7 communication, max.	16
• total number of instances, max.	32
• usable for routing	X1 as MPI: max. 10; X1 as DP master: max. 24; X1 as DP slave (active): max. 14; X2 as PROFINET: 24 max.
<b>S7 message functions</b>	
Number of login stations for message functions, max.	32; Depending on the configured connections for PG/OP and S7 basic communication
Process diagnostic messages	Yes
simultaneously active Alarm-S blocks, max.	300
<b>Test commissioning functions</b>	
Status block	Yes; Up to 2 simultaneously
Single step	Yes
Number of breakpoints	4
<b>Status/control</b>	
• Status/control variable	Yes
• Variables	Inputs, outputs, memory bits, DB, times, counters
• Number of variables, max.	30
— of which status variables, max.	30
— of which control variables, max.	14
<b>Forcing</b>	
• Forcing	Yes

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forcing, variables</li> <li>• Number of variables, max.</li> </ul>	Inputs, outputs 10
<b>Diagnostic buffer</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• present</li> <li>• Number of entries, max.               <ul style="list-style-type: none"> <li>— adjustable</li> <li>— of which powerfail-proof</li> </ul> </li> <li>• Number of entries readable in RUN, max.               <ul style="list-style-type: none"> <li>— can be set</li> <li>— preset</li> </ul> </li> </ul>	Yes 500 No 100; Only the last 100 entries are retained 499 Yes; From 10 to 499 10
<b>Service data</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• can be read out</li> </ul>	Yes
<b>Ambient conditions</b>	
<b>Ambient temperature during operation</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• min.</li> <li>• max.</li> </ul>	0 °C 60 °C
<b>Configuration</b>	
<b>Configuration software</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• STEP 7</li> </ul>	Yes; V5.5 or higher
<b>Programming</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Command set</li> <li>• Nesting levels</li> <li>• System functions (SFC)</li> <li>• System function blocks (SFB)</li> </ul>	see instruction list 8 see instruction list see instruction list
<b>Programming language</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>— LAD</li> <li>— FBD</li> <li>— STL</li> <li>— SCL</li> <li>— CFC</li> <li>— GRAPH</li> <li>— HiGraph®</li> </ul>	Yes Yes Yes Yes Yes Yes Yes
<b>Know-how protection</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• User program protection/password protection</li> <li>• Block encryption</li> </ul>	Yes Yes; With S7 block Privacy
<b>Dimensions</b>	
Width	40 mm
Height	125 mm
Depth	130 mm
<b>Weights</b>	

---

Weight, approx.

340 g

**last modified:**

04/10/2017



SIMATIC DP, IM151-7 CPU FOR ET200S,  
128 KB WORKING MEMORY INTEGR. PROFIBUS DP  
INTERFACE (9 PIN SUB-D, FEMALE) AS DP SLAVE,  
W/O BATTERY SIMATIC MMC REQUIRED

Supply voltage	
24 V DC	Ja
Voedingsspanning / bij DC / nominale waarde / minimaal	19,2 V
Voedingsspanning / bij DC / nominale waarde / maximaal	28,8 V
Productfunctie / bescherming tegen onjuiste polariteit	Ja
Mains buffering	
Mains/voltage failure buffering time	5 ms
Input current	
Inrush current, max.	1,8 A
Spanningen en stromen / I <sup>2</sup> t	0,09 A <sup>2</sup> ·s
from supply voltage 1L+, max.	320 mA
Output current	
Current output to backplane bus (5 V DC), max.	700 mA
Power loss	
Werkelijk vermogensverlies / typisch	4,2 W
Memory	
Work memory	
integrated	128 kbyte



<b>expandable</b>	Nee
<b>Size of retentive memory for retentive data blocks</b>	64 kbyte
<b>Load memory</b>	
<b>Plug-in (MMC)</b>	Ja
<b>Plug-in (MMC), max.</b>	8 Mbyte
<b>Data management on MMC (after last programming), min.</b>	10 a
<b>Backup</b>	
<b>present</b>	Ja
<b>CPU processing times</b>	
<b>for bit operations, typ.</b>	0,06 µs
<b>for word operations, typ.</b>	0,12 µs
<b>for fixed point arithmetic, typ.</b>	0,16 µs
<b>for floating point arithmetic, typ.</b>	0,59 µs
<b>CPU-blocks</b>	
<b>Number of blocks (total)</b>	1024
<b>DB</b>	
<b>Number, max.</b>	1024
<b>Size, max.</b>	64 kbyte
<b>FB</b>	
<b>Number, max.</b>	1024
<b>Size, max.</b>	64 kbyte
<b>FC</b>	
<b>Number, max.</b>	1024
<b>Size, max.</b>	64 kbyte
<b>OB</b>	
<b>Size, max.</b>	64 kbyte
<b>Number of free cycle OBs</b>	1
<b>Number of time alarm OBs</b>	1
<b>Number of delay alarm OBs</b>	2
<b>Number of time interrupt OBs</b>	4
<b>Number of process alarm OBs</b>	1
<b>Number of DPV1 alarm OBs</b>	3
<b>Number of startup OBs</b>	1
<b>Number of asynchronous error OBs</b>	6
<b>Number of synchronous error OBs</b>	2
<b>Nesting depth</b>	
<b>per priority class</b>	16
<b>additional within an error OB</b>	4

<b>Counters, timers and their retentivity</b>	
<b>S7 counter</b>	
<b>Number</b>	256
<b>Retentivity</b>	
<b>adjustable</b>	Ja
<b>lower limit</b>	0
<b>upper limit</b>	255
<b>Counting range</b>	
<b>lower limit</b>	0
<b>upper limit</b>	999
<b>IEC counter</b>	
<b>present</b>	Ja
<b>S7 times</b>	
<b>Number</b>	256
<b>Retentivity</b>	
<b>adjustable</b>	Ja
<b>lower limit</b>	0
<b>upper limit</b>	255
<b>Time range</b>	
<b>lower limit</b>	10 ms
<b>upper limit</b>	9990 s
<b>IEC timer</b>	
<b>present</b>	Ja
<b>Data areas and their retentivity</b>	
<b>Flag</b>	
<b>Number, max.</b>	256 byte
<b>Retentivity available</b>	Ja
<b>Number of clock memories</b>	8
<b>Data blocks</b>	
<b>Number, max.</b>	1024
<b>Size, max.</b>	64 kbyte
<b>Retentivity adjustable</b>	Ja
<b>Local data</b>	
<b>per priority class, max.</b>	32 kbyte
<b>Address area</b>	
<b>I/O address area</b>	
<b>Inputs</b>	2048 byte
<b>Outputs</b>	2048 byte

<b>of which distributed</b>	
<b>Inputs</b>	2048 byte
<b>Outputs</b>	2048 byte
<b>Process image</b>	
<b>Inputs</b>	2048 byte
<b>Outputs</b>	2048 byte
<b>Inputs, adjustable</b>	2048 byte
<b>Outputs, adjustable</b>	2048 byte
<b>Inputs, default</b>	128 byte
<b>Outputs, default</b>	128 byte
<b>Digital channels</b>	
<b>Inputs</b>	16336
<b>Outputs</b>	16336
<b>Inputs, of which central</b>	496
<b>Outputs, of which central</b>	496
<b>Analog channels</b>	
<b>Inputs</b>	1021
<b>Outputs</b>	1021
<b>Inputs, of which central</b>	124
<b>Outputs, of which central</b>	124
<b>Hardware configuration</b>	
<b>Number of modules per system, max.</b>	63
<b>Mounting rail</b>	
<b>Number of mounting rails that can be used</b>	1
<b>Time of day</b>	
<b>Clock</b>	
<b>Hardware clock (real-time clock)</b>	Ja
<b>battery-backed and synchronizable</b>	Ja
<b>Deviation per day, max.</b>	10 s
<b>Backup time</b>	6 wk
<b>Operating hours counter</b>	
<b>Number</b>	1
<b>retentive</b>	Ja
<b>Clock synchronization</b>	
<b>supported</b>	Ja
<b>to MPI, master</b>	Ja
<b>to MPI, slave</b>	Ja
<b>to DP, master</b>	Ja

to DP, slave	Ja
in AS, master	Nee
in AS, slave	Nee
<b>Interfaces</b>	
<b>PROFINET IO</b>	
Aantal interfaces / conform PROFINET	0
<b>WLAN</b>	
Aantal interfaces / conform Wireless	0
<b>1. Interface</b>	
isolated	Ja
Power supply to interface (15 to 30 V DC), max.	80 mA
<b>Functionality</b>	
MPI	Ja
DP master	Nee
DP slave	Ja
Point-to-point connection	Nee
<b>MPI</b>	
Transmission rate, max.	12 Mbit/s
<b>Services</b>	
PG/OP communication	Ja
Routing	Ja
Global data communication	Ja
S7 basic communication	Ja
S7 communication	Ja
S7 communication, as client	Nee
S7 communication, as server	Ja
<b>DP slave</b>	
Transmission rate, max.	12 Mbit/s
automatic baud rate search	Ja
Address area, max.	32
User data per address area, max.	32 byte
<b>Services</b>	
PG/OP communication	Ja
Routing	Ja
Global data communication	Nee
S7 basic communication	Nee
S7 communication	Ja
S7 communication, as client	Nee

<b>S7 communication, as server</b>	Ja
<b>Direct data exchange (slave-to-slave communication)</b>	Ja
<b>DPV1</b>	Nee
<b>Transfer memory</b>	
<b>Inputs</b>	244 byte
<b>Outputs</b>	244 byte
<b>2. Interface</b>	
<b>isolated</b>	Ja
<b>Functionality</b>	
<b>MPI</b>	Nee
<b>DP master</b>	Ja
<b>DP slave</b>	Nee
<b>DP master</b>	
<b>Transmission rate, max.</b>	12 Mbit/s
<b>Number of DP slaves, max.</b>	32
<b>Services</b>	
<b>PG/OP communication</b>	Ja
<b>Routing</b>	Ja
<b>Global data communication</b>	Nee
<b>S7 basic communication</b>	Ja
<b>S7 communication</b>	Ja
<b>S7 communication, as client</b>	Nee
<b>S7 communication, as server</b>	Ja
<b>Equidistance mode support</b>	Ja
<b>Isochronous mode</b>	Nee
<b>SYNC/FREEZE</b>	Ja
<b>Activation/deactivation of DP slaves</b>	Ja
<b>Number of DP slaves that can be simultaneously activated/deactivated, max.</b>	8
<b>Direct data exchange (slave-to-slave communication)</b>	Ja
<b>DPV1</b>	Ja
<b>Address area</b>	
<b>Inputs, max.</b>	2 kbyte
<b>Outputs, max.</b>	2 kbyte
<b>User data per DP slave</b>	
<b>Inputs, max.</b>	244 byte
<b>Outputs, max.</b>	244 byte
<b>Isochronous mode</b>	
<b>Isochronous mode (application synchronized up to terminal)</b>	Nee

<b>Communication functions</b>	
<b>PG/OP communication</b>	Ja
<b>Data record routing</b>	Ja
<b>Global data communication</b>	
<b>supported</b>	Ja
<b>Number of GD loops, max.</b>	8
<b>Number of GD packets, max.</b>	8
<b>Number of GD packets, transmitter, max.</b>	8
<b>Number of GD packets, receiver, max.</b>	8
<b>Size of GD packets, max.</b>	22 byte
<b>Size of GD packet (of which consistent), max.</b>	22 byte
<b>S7 basic communication</b>	
<b>supported</b>	Ja
<b>User data per job, max.</b>	76 byte
<b>User data per job (of which consistent), max.</b>	76 byte
<b>S7 communication</b>	
<b>supported</b>	Ja
<b>as server</b>	Ja
<b>as client</b>	Nee
<b>Number of connections</b>	
<b>overall</b>	12
<b>usable for PG communication</b>	11
<b>reserved for PG communication</b>	1
<b>adjustable for PG communication, min.</b>	1
<b>adjustable for PG communication, max.</b>	11
<b>usable for OP communication</b>	11
<b>reserved for OP communication</b>	1
<b>adjustable for OP communication, min.</b>	1
<b>adjustable for OP communication, max.</b>	11
<b>usable for S7 basic communication</b>	10
<b>reserved for S7 basic communication</b>	0
<b>adjustable for S7 basic communication, min.</b>	0
<b>adjustable for S7 basic communication, max.</b>	10
<b>usable for routing</b>	4
<b>S7 message functions</b>	
<b>Number of login stations for message functions, max.</b>	12
<b>Process diagnostic messages</b>	Ja
<b>simultaneously active Alarm-S blocks, max.</b>	300

<b>Test commissioning functions</b>	
<b>Status block</b>	Ja
<b>Single step</b>	Ja
<b>Number of breakpoints</b>	4
<b>Status/control</b>	
<b>Status/control variable</b>	Ja
<b>Number of variables, max.</b>	30
<b>of which status variables, max.</b>	30
<b>of which control variables, max.</b>	14
<b>Forcing</b>	
<b>Forcing</b>	Ja
<b>Number of variables, max.</b>	10
<b>Diagnostic buffer</b>	
<b>present</b>	Ja
<b>Number of entries, max.</b>	500
<b>adjustable</b>	Nee
<b>of which powerfail-proof</b>	100
<b>Number of entries readable in RUN, max.</b>	499
<b>adjustable</b>	Ja
<b>preset</b>	10
<b>Service data</b>	
<b>can be read out</b>	Ja
<b>Interrupts/diagnostics/status information</b>	
<b>Alarms</b>	
<b>Alarms</b>	Ja
<b>Diagnostic messages</b>	
<b>Productfunctie / diagnosefunctie</b>	Ja
<b>Diagnostics indication LED</b>	
<b>Group error SF (red)</b>	Ja
<b>Monitoring 24 V voltage supply ON (green)</b>	Ja
<b>Galvanic isolation</b>	
<b>between PROFIBUS DP and all other circuit components</b>	Ja
<b>Degree and class of protection</b>	
<b>Beschermingsklasse IP</b>	IP20
<b>Configuration</b>	
<b>Configuration software</b>	
<b>STEP 7 Lite</b>	Nee
<b>Programming</b>	

<b>Nesting levels</b>	8
<b>Programming language</b>	
<b>LAD</b>	Ja
<b>FBD</b>	Ja
<b>STL</b>	Ja
<b>SCL</b>	Ja
<b>CFC</b>	Ja
<b>GRAPH</b>	Ja
<b>HiGraph®</b>	Ja
<b>Know-how protection</b>	
<b>User program protection/password protection</b>	Ja
<b>Block encryption</b>	Ja
<b>Cycle time monitoring</b>	
<b>lower limit</b>	1 ms
<b>upper limit</b>	6000 ms
<b>adjustable</b>	Ja
<b>preset</b>	150 ms
<b>Dimensions</b>	
<b>Breedte</b>	60 mm
<b>Hoogte</b>	119,5 mm
<b>Diepte</b>	75 mm
<b>Weights</b>	
<b>Weight, approx.</b>	200 g
Status	28-jul-2014



SIMATIC ET 200SP, DIGITAL INPUT MODULE, DI 8X 24VDC  
STANDARD, FITS TO BU-TYPE A0, COLOR CODE CC01,  
MODULE DIAGNOSIS



General information	
Product type designation	ET 200SP, DI 8x 24 V DC ST, PU 1
Firmware version	V1.1
<ul style="list-style-type: none"><li>FW update possible</li></ul>	Yes
usable BaseUnits	BU type A0
Color code for module-specific color identification plate	CC01
Product function	
<ul style="list-style-type: none"><li>I&amp;M data</li></ul>	Yes; I&M0 to I&M3
Engineering with	
<ul style="list-style-type: none"><li>STEP 7 TIA Portal configurable/integrated as of version</li></ul>	V11 SP2 / V13
<ul style="list-style-type: none"><li>STEP 7 configurable/integrated as of version</li></ul>	V5.5 SP3 / -
<ul style="list-style-type: none"><li>PCS 7 configurable/integrated as of version</li></ul>	V8.1 SP1
<ul style="list-style-type: none"><li>PROFIBUS as of GSD version/GSD revision</li></ul>	GSD Revision 5
<ul style="list-style-type: none"><li>PROFINET as of GSD version/GSD revision</li></ul>	GSDML V2.3
Operating mode	
<ul style="list-style-type: none"><li>DI</li></ul>	Yes
<ul style="list-style-type: none"><li>Counter</li></ul>	No

• Oversampling	No
• MSI	No
<b>Supply voltage</b>	
Rated value (DC)	24 V
permissible range, lower limit (DC)	19.2 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
Reverse polarity protection	Yes
<b>Input current</b>	
Current consumption, max.	50 mA
<b>Encoder supply</b>	
Number of outputs	8
Output voltage encoder supply, min.	19.2 V
Short-circuit protection	Yes; per module
<b>24 V encoder supply</b>	
• 24 V	Yes
• Short-circuit protection	Yes
• Output current, max.	700 mA; Total current of all encoders
<b>Power loss</b>	
Power loss, typ.	1 W
<b>Address area</b>	
<b>Address space per module</b>	
• Address space per module, max.	1 byte; + 1 byte for QI information
<b>Hardware configuration</b>	
<b>Selection of BaseUnit for connection variants</b>	
• 1-wire connection	BU type A0
• 2-wire connection	BU type A0
• 3-wire connection	BU type A0 with AUX terminals
• 4-wire connection	BU type A0 + external terminals
<b>Digital inputs</b>	
Number of digital inputs	8
Source/sink input	P-reading
Input characteristic curve in accordance with IEC 61131, type 1	Yes
Input characteristic curve in accordance with IEC 61131, type 2	No
Input characteristic curve in accordance with IEC 61131, type 3	Yes
Pulse extension	No
<b>Input voltage</b>	
• Type of input voltage	DC

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rated value (DC)</li> <li>• for signal "0"</li> <li>• for signal "1"</li> </ul>	24 V -30 to +5V +11 to +30V
Input current	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• for signal "1", typ.</li> </ul>	2.5 mA
Input delay (for rated value of input voltage)	
for standard inputs	
— parameterizable	Yes; 0.05 / 0.1 / 0.4 / 0.8 / 1.6 / 3.2 / 12.8 / 20 ms (in each case + delay of 30 to 500 µs, depending on line length)
for interrupt inputs	
— parameterizable	No
for counter/technological functions	
— parameterizable	No
Cable length	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• shielded, max.</li> <li>• unshielded, max.</li> </ul>	1 000 m 600 m
Encoder	
Connectable encoders	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2-wire sensor</li> <li>— permissible quiescent current (2-wire sensor), max.</li> </ul>	Yes 1.5 mA
Isochronous mode	
Isochronous operation (application synchronized up to terminal)	No
Interrupts/diagnostics/status information	
Diagnostics function	Yes
Alarms	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnostic alarm</li> </ul>	Yes
Diagnostic messages	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnostic information readable</li> <li>• Monitoring the supply voltage</li> <li>— parameterizable</li> <li>• Monitoring of encoder power supply</li> <li>• Wire-break</li> <li>• Short-circuit</li> </ul>	Yes Yes Yes Yes; Module-wise Yes; Module-by-module, optional protective circuit for preventing wire-break diagnostics in the case of simple encoder contacts: 25 kOhm to 45 kOhm Yes; Module-wise
Diagnostics indication LED	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoring of the supply voltage (PWR-LED)</li> <li>• Channel status display</li> <li>• for channel diagnostics</li> </ul>	Yes; green PWR LED Yes; Green LED No

- for module diagnostics

Yes; green/red DIAG LED

## Potential separation

### Potential separation channels

- between the channels
- between the channels and backplane bus
- between the channels and the power supply of the electronics

No

Yes

No

## Isolation

Isolation tested with

707 V DC (type test)

## Dimensions

Width

15 mm

Height

73 mm

Depth

58 mm

## Weights

Weight, approx.

28 g

**last modified:**

04/11/2017

SIMATIC ET 200SP, ANALOG INPUT MODULE, AI 4xI 2-/4-WIRE STANDARD, FITS TO BU-TYPE A0, A1, COLOR CODE CC03, MODULE DIAGNOSIS, 16BIT, +/-0,3%



General information	
Product type designation	ET 200SP, AI 4xI 2-/4-wire ST, PU 1
Firmware version	V1.1
• FW update possible	Yes
usable BaseUnits	BU type A0, A1
Color code for module-specific color identification plate	CC03
Product function	
• I&M data	Yes; I&M0 to I&M3
• Measuring range scalable	No
Engineering with	
• STEP 7 TIA Portal configurable/integrated as of version	V11 SP2 / V13
• STEP 7 configurable/integrated as of version	V5.5 SP3 / -
• PCS 7 configurable/integrated as of version	V8.1 SP1
• PROFIBUS as of GSD version/GSD revision	GSD Revision 5
• PROFINET as of GSD version/GSD revision	GSDML V2.3
Operating mode	
• Oversampling	No

• MSI	No
<b>CiR – Configuration in RUN</b>	
Reparameterization possible in RUN	Yes
Calibration possible in RUN	No
<b>Supply voltage</b>	
Rated value (DC)	24 V
permissible range, lower limit (DC)	19.2 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
Reverse polarity protection	Yes
<b>Input current</b>	
Current consumption, max.	37 mA; without sensor supply
<b>Encoder supply</b>	
24 V encoder supply	
• 24 V	Yes
• Short-circuit protection	Yes
• Output current, max.	20 mA; max. 50 mA per channel for a duration < 10 s
<b>Power loss</b>	
Power loss, typ.	0.85 W; Without encoder supply voltage
<b>Address area</b>	
Address space per module	
• Address space per module, max.	8 byte; + 1 byte for QI information
<b>Analog inputs</b>	
Number of analog inputs	4; Differential inputs
permissible input current for current input (destruction limit), max.	50 mA
Cycle time (all channels), min.	Sum of the basic conversion times and additional processing times (depending on the parameterization of the active channels)
<b>Input ranges (rated values), currents</b>	
• 0 to 20 mA	Yes
• Input resistance (0 to 20 mA)	100 Ω; + approx. 0.7 V diode forward voltage in 2-wire operation
• -20 mA to +20 mA	Yes
• Input resistance (-20 mA to +20 mA)	100 Ω
• 4 mA to 20 mA	Yes
• Input resistance (4 mA to 20 mA)	100 Ω; + approx. 0.7 V diode forward voltage in 2-wire operation
<b>Cable length</b>	
• shielded, max.	1 000 m
<b>Analog value generation for the inputs</b>	
Measurement principle	integrating (Sigma-Delta)
Integration and conversion time/resolution per channel	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolution with overrange (bit including sign), max.</li> <li>• Integration time, parameterizable</li> <li>• Interference voltage suppression for interference frequency f1 in Hz</li> <li>• Conversion time (per channel)</li> </ul>	16 bit Yes 16.6 / 50 / 60 Hz 180 / 60 / 50 ms
<b>Smoothing of measured values</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Number of smoothing levels</li> <li>• parameterizable</li> </ul>	4; None; 4/8/16 times Yes
<b>Encoder</b>	
<b>Connection of signal encoders</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• for voltage measurement</li> <li>• for current measurement as 2-wire transducer — Burden of 2-wire transmitter, max.</li> <li>• for current measurement as 4-wire transducer</li> </ul>	No Yes 650 Ω Yes
<b>Errors/accuracies</b>	
Linearity error (relative to input range), (+/-)	0.01 %
Temperature error (relative to input range), (+/-)	0.005 %/K
Crosstalk between the inputs, min.	50 dB; Applies to up to + /-5 V overvoltage in other channels
Repeat accuracy in steady state at 25 °C (relative to input range), (+/-)	0.05 %
<b>Operational error limit in overall temperature range</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Current, relative to input range, (+/-)</li> </ul>	0.5 %
<b>Basic error limit (operational limit at 25 °C)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Current, relative to input range, (+/-)</li> </ul>	0.3 %
<b>Interference voltage suppression for <math>f = n \times (f_1 \pm 1 \%)</math>, <math>f_1</math> = interference frequency</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Series mode interference (peak value of interference &lt; rated value of input range), min.</li> <li>• Common mode voltage, max.</li> <li>• Common mode interference, min.</li> </ul>	70 dB 10 V 90 dB
<b>Isochronous mode</b>	
Isochronous operation (application synchronized up to terminal)	No
<b>Interrupts/diagnostics/status information</b>	
Diagnostics function	Yes
<b>Alarms</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnostic alarm</li> <li>• Limit value alarm</li> </ul>	Yes No
<b>Diagnostic messages</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoring the supply voltage</li> <li>• Wire-break</li> </ul>	Yes Yes; at 4 to 20 mA

• Short-circuit	Yes; 2-wire mode: Short-circuit of the encoder supply to ground or of an input to the encoder supply
• Group error	Yes
• Overflow/underflow	Yes
<b>Diagnostics indication LED</b>	
• Monitoring of the supply voltage (PWR-LED)	Yes; Green LED
• Channel status display	Yes; Green LED
• for channel diagnostics	No
• for module diagnostics	Yes; Green/red LED
<b>Potential separation</b>	
<b>Potential separation channels</b>	
• between the channels	Yes; channel group-specific between 2-wire current input group and 4-wire voltage input group
• between the channels and backplane bus	Yes
• between the channels and the power supply of the electronics	Yes; only for 4-wire transducer
<b>Permissible potential difference</b>	
between the inputs (UCM)	10 V DC
<b>Isolation</b>	
Isolation tested with	707 V DC (type test)
<b>Dimensions</b>	
Width	15 mm
Height	73 mm
Depth	58 mm
<b>Weights</b>	
Weight, approx.	31 g
<b>last modified:</b>	04/11/2017



SIMATIC ET 200SP, DIGITAL OUTPUT MODULE, DQ 4x24VDC/2A  
STANDARD, FITS TO BU-TYPE A0, COLOR CODE CC02,  
MODULE DIAGNOSIS



General information	
Product type designation	ET 200SP, DQ 4x 24 V DC/2 A ST, PU 1
Firmware version	V1.1
• FW update possible	Yes
usable BaseUnits	BU type A0
Color code for module-specific color identification plate	CC02
Product function	
• I&M data	Yes; I&M0 to I&M3
Engineering with	
• STEP 7 TIA Portal configurable/integrated as of version	V11 SP2 / V13
• STEP 7 configurable/integrated as of version	V5.5 SP3 / -
• PCS 7 configurable/integrated as of version	V8.1 SP1
• PROFIBUS as of GSD version/GSD revision	GSD Revision 5
• PROFINET as of GSD version/GSD revision	GSDML V2.3
Operating mode	
• DQ	Yes
• DQ with energy-saving function	No

- PWM
- Oversampling
- MSO

No  
No  
No

#### Supply voltage

Rated value (DC)	24 V
permissible range, lower limit (DC)	19.2 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
Reverse polarity protection	Yes

#### Input current

Current consumption, max.	60 mA; without load
---------------------------	---------------------

#### Output voltage

Rated value (DC)	24 V
------------------	------

#### Power loss

Power loss, typ.	1 W
------------------	-----

#### Address area

Address space per module	
• Address space per module, max.	1 byte; + 1 byte for QI information

#### Digital outputs

Number of digital outputs	4
Current-sinking	No
Current-sourcing	Yes
Short-circuit protection	Yes
• Response threshold, typ.	2.8 to 5.2 A
Limitation of inductive shutdown voltage to	Typ. L+ (-50 V)
Controlling a digital input	Yes

#### Switching capacity of the outputs

• with resistive load, max.	2 A
• on lamp load, max.	10 W

#### Load resistance range

• lower limit	12 $\Omega$
• upper limit	3 400 $\Omega$

#### Output current

• for signal "1" rated value	2 A
• for signal "0" residual current, max.	0.1 mA

#### Output delay with resistive load

• "0" to "1", typ.	50 $\mu$ s
• "0" to "1", max.	50 $\mu$ s
• "1" to "0", typ.	100 $\mu$ s
• "1" to "0", max.	100 $\mu$ s

#### Parallel switching of two outputs

• for uprating	No
• for redundant control of a load	Yes
<b>Switching frequency</b>	
• with resistive load, max.	100 Hz
• with inductive load, max.	2 Hz
• on lamp load, max.	10 Hz
<b>Total current of the outputs</b>	
• Current per channel, max.	2 A
• Current per module, max.	8 A
<b>Total current of the outputs (per module)</b>	
<b>horizontal installation</b>	
— up to 30 °C, max.	8 A
— up to 40 °C, max.	8 A
— up to 50 °C, max.	6 A
— up to 60 °C, max.	4 A
<b>vertical installation</b>	
— up to 30 °C, max.	8 A
— up to 40 °C, max.	6 A
— up to 50 °C, max.	4 A
— up to 60 °C, max.	4 A
<b>Cable length</b>	
• shielded, max.	1 000 m
• unshielded, max.	600 m
<b>Isochronous mode</b>	
Isochronous operation (application synchronized up to terminal)	No
<b>Interrupts/diagnostics/status information</b>	
Diagnostics function	Yes
Substitute values connectable	Yes
<b>Alarms</b>	
• Diagnostic alarm	Yes
<b>Diagnostic messages</b>	
• Monitoring the supply voltage	Yes
• Wire-break	Yes; Module-wise
• Short-circuit	Yes; Module-wise
• Group error	Yes
<b>Diagnostics indication LED</b>	
• Monitoring of the supply voltage (PWR-LED)	Yes; green PWR LED
• Channel status display	Yes; Green LED
• for channel diagnostics	No
• for module diagnostics	Yes; green/red DIAG LED

Potential separation	
Potential separation channels	
• between the channels	No
• between the channels and backplane bus	Yes
Isolation	
Isolation tested with	707 V DC (type test)
Dimensions	
Width	15 mm
Height	73 mm
Depth	58 mm
Weights	
Weight, approx.	30 g
last modified:	04/11/2017

SIMATIC ET 200SP, ANALOG OUTPUT MODULE, AQ 4xU/I  
STANDARD, FITS TO BU-TYPE A0, A1, COLOR CODE CC00,  
MODULE DIAGNOSIS, 16BIT, +/-0,3%



General information	
Product type designation	ET 200SP, AQ 4xU/I Standard
Firmware version	V1.1
usable BaseUnits	BU type A0, A1
Color code for module-specific color identification plate	CC00
Product function	
• I&M data	Yes; I&M0 to I&M3
• Output range scalable	No
Engineering with	
• STEP 7 TIA Portal configurable/integrated as of version	V11 SP2 / V13
• STEP 7 configurable/integrated as of version	V5.5 SP3 / -
• PCS 7 configurable/integrated as of version	V8.1 SP1
• PROFIBUS as of GSD version/GSD revision	GSD Revision 5
• PROFINET as of GSD version/GSD revision	GSDML V2.3
Operating mode	
• Oversampling	No
• MSO	No

<b>CiR – Configuration in RUN</b>	
Reparameterization possible in RUN	Yes
Calibration possible in RUN	No
<b>Supply voltage</b>	
Rated value (DC)	24 V
permissible range, lower limit (DC)	19.2 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
Reverse polarity protection	Yes
<b>Input current</b>	
Current consumption, max.	150 mA
<b>Power loss</b>	
Power loss, typ.	1.5 W
<b>Address area</b>	
Address space per module	
• Address space per module, max.	8 byte; + 1 byte for QI information
<b>Analog outputs</b>	
Number of analog outputs	4
Voltage output, short-circuit current, max.	45 mA
Cycle time (all channels), min.	5 ms
Analog output with oversampling	No
<b>Output ranges, voltage</b>	
• 0 to 10 V	Yes; 15 bit
• 1 V to 5 V	Yes; 13 bit
• -5 V to +5 V	Yes; 15 bit incl. sign
• -10 V to +10 V	Yes; 16 bit incl. sign
<b>Output ranges, current</b>	
• 0 to 20 mA	Yes; 15 bit
• -20 mA to +20 mA	Yes; 16 bit incl. sign
• 4 mA to 20 mA	Yes; 14 bit
<b>Connection of actuators</b>	
• for voltage output two-wire connection	Yes
• for voltage output four-wire connection	Yes
• for current output two-wire connection	Yes
<b>Load impedance (in rated range of output)</b>	
• with voltage outputs, min.	2 k $\Omega$
• with voltage outputs, capacitive load, max.	1 $\mu$ F
• with current outputs, max.	500 $\Omega$
• with current outputs, inductive load, max.	1 mH
<b>Destruction limits against externally applied voltages and currents</b>	
• Voltages at the outputs	30 V

<b>Cable length</b>	
• shielded, max.	1 000 m; 200 m for voltage output
<b>Analog value generation for the outputs</b>	
<b>Integration and conversion time/resolution per channel</b>	
• Resolution with overrange (bit including sign), max.	16 bit
<b>Settling time</b>	
• for resistive load	0.1 ms
• for capacitive load	1 ms
• for inductive load	0.5 ms
<b>Errors/accuracies</b>	
Linearity error (relative to output range), (+/-)	0.03 %
Temperature error (relative to output range), (+/-)	0.005 %/K
Crosstalk between the outputs, min.	-50 dB
Repeat accuracy in steady state at 25 °C (relative to output range), (+/-)	0.05 %
<b>Operational error limit in overall temperature range</b>	
• Voltage, relative to output range, (+/-)	0.5 %
• Current, relative to output range, (+/-)	0.5 %
<b>Basic error limit (operational limit at 25 °C)</b>	
• Voltage, relative to output range, (+/-)	0.3 %
• Current, relative to output range, (+/-)	0.3 %
<b>Isochronous mode</b>	
Isochronous operation (application synchronized up to terminal)	No
<b>Interrupts/diagnostics/status information</b>	
Diagnostics function	Yes
Substitute values connectable	Yes
<b>Alarms</b>	
• Diagnostic alarm	Yes
<b>Diagnostic messages</b>	
• Monitoring the supply voltage	Yes
• Wire-break	Yes
• Short-circuit	Yes
• Group error	Yes
• Overflow/underflow	Yes
<b>Diagnostics indication LED</b>	
• Monitoring of the supply voltage (PWR-LED)	Yes; green PWR LED
• Channel status display	Yes; Green LED
• for channel diagnostics	No
• for module diagnostics	Yes; green/red DIAG LED

Potential separation	
Potential separation channels	
• between the channels	No
• between the channels and backplane bus	Yes
• between the channels and the power supply of the electronics	Yes
Isolation	
Isolation tested with	707 V DC (type test)
Ambient conditions	
Ambient temperature during operation	
• horizontal installation, min.	0 °C
• horizontal installation, max.	60 °C; Observe derating
• vertical installation, min.	0 °C
• vertical installation, max.	50 °C; Observe derating
Dimensions	
Width	15 mm
Height	73 mm
Depth	58 mm
Weights	
Weight, approx.	31 g
<b>last modified:</b>	04/11/2017






# HIRSCHMANN

A BELDEN BRAND

## Product information OZD Profi 12M G12 PRO

Fiber Interfaces:Fieldbus Repeater:Profibus LWL-Repeater:OZD Profi 12M G12 PRO

<https://www.e-catalog.beldensolutions.com:443/link/57078-57141-57128-57129-40418/en/conf/ui.state>

Name	OZD Profi 12M G12 PRO
	
	interface converter electrical/optical for PROFIBUS-field bus networks; repeater function; for quartz glass FO
<b>Delivery informations</b>	
Availability	available
<b>Product description</b>	
Description	interface converter electrical/optical for PROFIBUS-field bus networks; repeater function; for quartz glass FO
Port type and quantity	2 x optical: 4 sockets BFOC 2.5 (STR); 1 x electrical: Sub-D 9-pin, female, pin assignment according to EN 50170 part 1
Type	OZD Profi 12M G12 PRO
Order No.	943 905-321
<b>Electrical interface</b>	
Signal type	PROFIBUS (DP-V0, DP-V1, DP-V2 und FMS)
Bit rate	9.6; 19.2; 45.45; 93.75; 187.5; 500 kbit/s; 1.5; 3; 6; 12 Mbit/s (automatic setting)
Signal delay time (optional input/output)	<= 6.5 bit times
Input/output signal	RS 485 level
Input voltage range	-7 V ... +12 V
Galvanic isolation	no
<b>Optical interface</b>	
Wavelength	860 nm
Cascadability	not limited
<b>More Interfaces</b>	
Power supply	5-pin terminal block, screw mounting
Signaling contact	5-pin terminal block, screw mounting
Measuring outputs "Optical input power"	3-pin terminal block, screw mounting
<b>Network size - length of cable</b>	
Single mode fiber (SM) 9/125 µm	-
Multimode fiber (MM) 50/125 µm	3000 m 13 dB link budget at 860 nm; A = 3 dB/km, 3 dB reserve
Multimode fiber (MM) 62.5/125 µm	3000 m 15 dB link budget at 860 nm; A = 3.5 dB/km, 3 dB reserve
Multimode fiber HCS (MM) 200/230 µm	1000 m 18 dB link budget at 860 nm; A = 8 dB/km, 3 dB reserve
Multimode fiber POF (MM) 980/1000 µm	-
<b>Power requirements</b>	
Operating voltage	18 ... 32 VDC, typ. 24 VDC
Galvanic isolation	yes
Current consumption	max. 200 mA
Power consumption	4.8 W
Output voltage/output current (pin6)	5 VDC +5%, -10%, short circuit-proof/90 mA
<b>Redundancy</b>	
Redundancy functions	HIPER-Ring (ring structure), redundant 24 V infeed
<b>Ambient conditions</b>	
Operating temperature	0 °C to +60 °C
Storage/transport temperature	-40 °C to +70 °C
Relative humidity	<95% (non-condensing)

**Fiber Interfaces:Fieldbus Repeater:Profibus LWL-Repeater:OZD Profi 12M G12 PRO**
<https://www.e-catalog.beldensolutions.com:443/link/57078-57141-57128-57129-40418/en/conf/ui/state>
**Mechanical construction**

Dimensions (W x H x D)	35 x 156 x 119 mm
Mounting	DIN rail
Weight	200 g
Protection class	IP 20
Housing material	plastics

**Approvals**

Safety of information technology equipment	cUL 508
Hazardous locations	ISA 12.12.01 Class 1 Div. 2; ATEX 100a, Zone 2
Issued or requested approvals	C-Tick

**Scope of delivery and accessories**

Scope of delivery	device, start-up instructions
Accessories to order separately	manual, order no. 039 690-001

For more information please contact:

**Hirschmann Automation and Control GmbH**

Stuttgarter Strasse 45-51

72654 Neckartenzlingen

Germany

Phone: +49 7127/14-1809

E-Mail: [inet-sales@belden.com](mailto:inet-sales@belden.com)

The information published in the websites has been compiled as carefully as possible. It is subject to alteration without notice in technical as well as in price-related/commercial respect. The complete information and data were available on user documentation. Mandatory information can only be obtained by a concrete query.

# EDS-505A/508A/516A Series

## 5, 8, and 16-port managed Ethernet switches



- > Turbo Ring and Turbo Chain (recovery time < 20 ms @ 250 switches), RSTP/STP, and MSTP for network redundancy
- > TACACS+, SNMPv3, IEEE 802.1X, HTTPS, and SSH to enhance network security
- > Easy network management by web browser, CLI, Telnet/serial console, Windows utility, and ABC-01
- > Supports MXstudio for easy, visualized industrial network management



### Introduction

The EDS-505A/508A/516A are standalone 5, 8, and 16-port managed Ethernet switches. With their advanced Turbo Ring and Turbo Chain technology (recovery time < 20 ms), RSTP/STP, and MSTP support the EDS-505A/508A/516A switches increase the reliability and availability of your industrial Ethernet network. Models with an wide operating

temperature range of -40 to 75°C are also available, and the switches support advanced management and security features, making the EDS-505A/508A/516A switches suitable for any harsh industrial environment.

### Features and Benefits

- Command Line Interface (CLI) for quickly configuring major managed functions
- IPv6 Ready logo awarded (IPv6 Logo Committee certified)
- Software-based IEEE 1588 PTPv2 (Precision Time Protocol) for time synchronization of networks
- DHCP Option 82 for IP address assignment with different policies
- Support EtherNet/IP and Modbus/TCP protocols for device management and monitoring
- Compatible with PROFINET protocol for transparent data transmission
- Turbo Ring and Turbo Chain (recovery time < 20 ms @ 250 switches), RSTP/STP, and MSTP for network redundancy
- IGMP snooping and GMRP for filtering multicast traffic
- Port-based VLAN, IEEE 802.1Q VLAN, and GVRP to ease network planning
- QoS (IEEE 802.1p/1Q) and TOS/DiffServ to increase determinism
- Port Trunking for optimum bandwidth utilization
- RMON for efficient network monitoring and proactive capability
- SNMPv1/v2c/v3 for different levels of network management
- TACACS+, SNMPv3, IEEE 802.1X, HTTPS, and SSH to enhance network security
- Bandwidth management to prevent unpredictable network status
- Lock port function for blocking unauthorized access based on MAC address
- Automatic warning by exception through e-mail, relay output

### Specifications

#### Technology

##### Standards:

IEEE 802.3 for 10BaseT  
IEEE 802.3u for 100BaseT(X) and 100BaseFX  
IEEE 802.3x for Flow Control  
IEEE 802.1D-2004 for Spanning Tree Protocol  
IEEE 802.1w for Rapid STP  
IEEE 802.1s for Multiple Spanning Tree Protocol  
IEEE 802.1Q for VLAN Tagging  
IEEE 802.1p for Class of Service  
IEEE 802.1X for Authentication  
IEEE 802.3ad for Port Trunk with LACP

#### Software Features

**Management:** IPv4/IPv6, SNMP v1/v2c/v3, LLDP, Port Mirror, DDM, RMON, DHCP Server/Client, DHCP Option 66/67/82, BootP, TFTP, SMTP, RARP, Telnet, Syslog, SNMP Inform, Flow Control, Back Pressure Flow Control

**Filter:** 802.1Q VLAN, Port-Based VLAN, GVRP, IGMP v1/v2, GMRP

**Redundancy Protocols:** STP, RSTP, MSTP, Turbo Ring v1/v2, Turbo Chain, Link Aggregation

**Security:** RADIUS, TACACS+, SSL, SSH, Port Lock, Broadcast Storm Protection (EDS-516A only)

**Time Management:** SNTP, NTP Server/Client, IEEE 1588v2 PTP (software-based)

**Industrial Protocols:** EtherNet/IP, Modbus/TCP

**MIB:** MIB-II, Ethernet-Like MIB, P-BRIDGE MIB, Q-BRIDGE MIB, Bridge MIB, RSTP MIB, RMON MIB Group 1, 2, 3, 9

#### Switch Properties

**Priority Queues:** 4

**Max. Number of VLANs:** 64

**VLAN ID Range:** VID 1 to 4094

**IGMP Groups:** 256

**MAC Table Size:** 8 K

**Packet Buffer Size:** 1 Mbit (EDS-505A/508A), 2 Mbit (EDS-516A)

#### Interface

**RJ45 Ports:** 10/100BaseT(X) auto negotiation speed, Full/Half duplex mode, and auto MDI/MDI-X connection

**Fiber Ports:** 100BaseFX ports (SC/ST connector)

**Console Port:** RS-232 (RJ45 connector)

**DIP Switches:** Turbo Ring, Master, Coupler, Reserve (EDS-505A/508A series only)

**Alarm Contact:** 2 relay outputs with current carrying capacity of 1 A @ 24 VDC

**Digital Inputs:** 2 inputs with the same ground, but electrically isolated from the electronics.

- +13 to +30 V for state “1”
- -30 to +3 V for state “0”
- Max. input current: 8 mA

## Optical Fiber

Fiber Cable Type	100BaseFX			
	Multi-Mode		Single-Mode (40 km)	Single-Mode (80 km)
	OM1	50/125 $\mu$ m 800 MHz*km	G.652	G.652
Typical Distance	4 km	5 km	40 km	80 km
Wave-length	Typical (nm)	1300	1310	1550
	TX Range (nm)	1260 to 1360	1280 to 1340	1530 to 1570
	RX Range (nm)	1100 to 1600	1100 to 1600	1100 to 1600
Optical Power	TX Range (dBm)	-10 to -20	0 to -5	0 to -5
	RX Range (dBm)	-3 to -32	-3 to -34	-3 to -34
	Link Budget (dB)	12	29	29
	Dispersion Penalty (dB)	3	1	1

Note: When connecting a single-mode fiber transceiver, we recommend using an attenuator to prevent damage caused by excessive optical power.

Note: Compute the “typical distance” of a specific fiber transceiver as follows:  
Link budget (dB) > dispersion penalty (dB) + total link loss (dB).

## Power Requirements

**Input Voltage:** 24 VDC, redundant dual inputs

**Operating Voltage:** 12 to 45 VDC

**Input Current:** EDS-505A: 0.21 A @ 24 V

EDS-505A-MM/SS: 0.3 A @ 24 V

EDS-508A: 0.22 A @ 24 V

EDS-508A-MM/SS: 0.31 A @ 24 V

EDS-516A: 0.35 A @ 24 V

EDS-516A-MM: 0.44 A @ 24 V

**Overload Current Protection:** Present

**Connection:** 2 removable 6-contact terminal blocks

**Reverse Polarity Protection:** Present

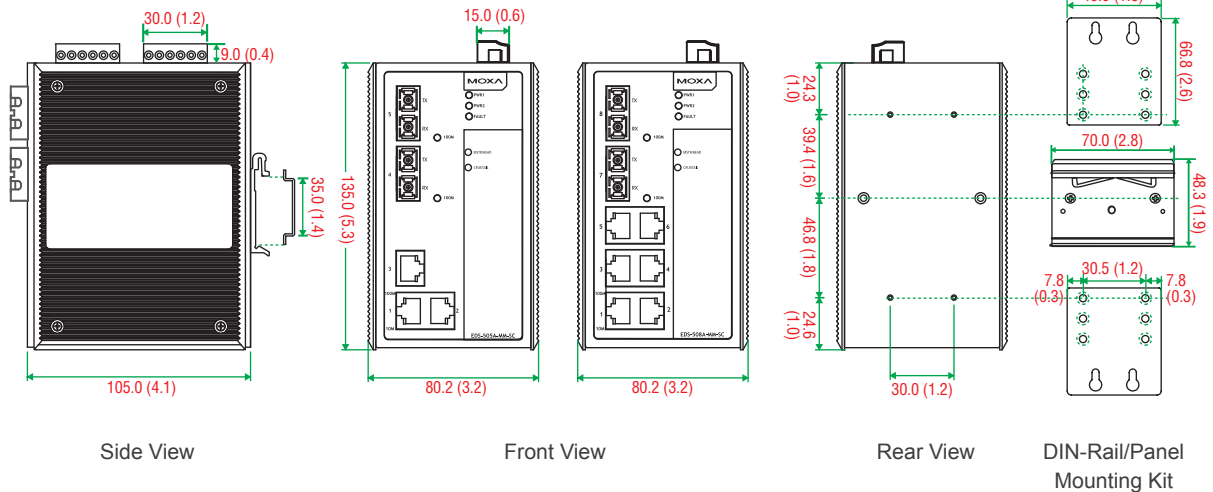
## Physical Characteristics

**Housing:** Metal

**IP Rating:** IP30 protection

## Dimensions

### EDS-505A/508A Series



## Dimensions:

EDS-505A/508A Series: 80.2 x 135 x 105 mm  
(3.16 x 5.31 x 4.13 in)

EDS-516A Series: 94 x 135 x 142.7 mm (3.7 x 5.31 x 5.62 in)

## Weight:

EDS-505A/508A Series: 1040 g (2.30 lb)

EDS-516A Series: 1586 g (3.50 lb)

**Installation:** DIN-rail mounting, wall mounting (with optional kit)

## Environmental Limits

### Operating Temperature:

Standard Models: 0 to 60°C (32 to 140°F)

Wide Temp. Models: -40 to 75°C (-40 to 167°F)

**Storage Temperature:** -40 to 85°C (-40 to 185°F)

**Ambient Relative Humidity:** 5 to 95% (non-condensing)

## Standards and Certifications

**Safety:** UL 508, UL 60950-1, CSA C22.2 No. 60950-1, EN 60950-1

**Hazardous Location:** UL/cUL Class 1 Division 2 Groups A/B/C/D, ATEX Zone 2 Ex nA nC IIC T4 Gc

**EMC:** EN 55032/24

**EMI:** CISPR 32, FCC Part 15B Class A

**EMS:** IEC 61000-4-2 ESD: Contact: 6 kV; Air: 8 kV

IEC 61000-4-3 RS: 80 MHz to 1 GHz: 10 V/m

IEC 61000-4-4 EFT: Power: 1 kV; Signal: 0.5 kV

IEC 61000-4-5 Surge: Power: 2 kV; Signal: 1 kV

IEC 61000-4-6 CS: 10 V

IEC 61000-4-8

**Marine:** DNV, GL

**Shock:** IEC 60068-2-27

**Freefall:** IEC 60068-2-32

**Vibration:** IEC 60068-2-6

Note: Please check Moxa's website for the most up-to-date certification status.

## MTBF (mean time between failures)

### Time:

EDS-505A Series: 352,000 hrs

EDS-508A Series: 339,000 hrs

EDS-516A Series: 247,000 hrs

**Standard:** Telcordia (Bellcore), GB

## Warranty

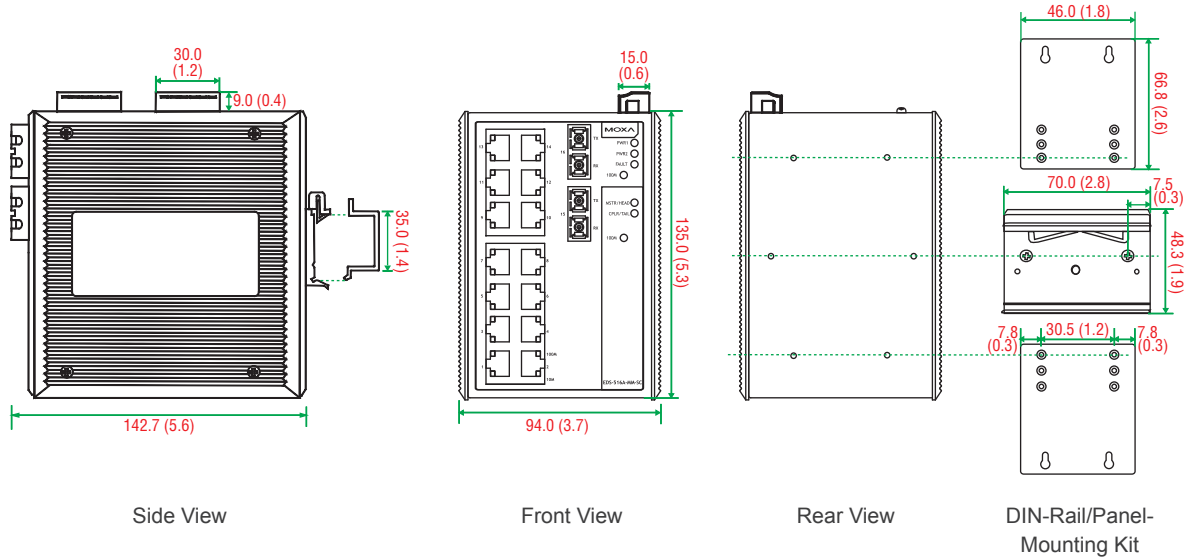
**Warranty Period:** 5 years

**Details:** See [www.moxa.com/warranty](http://www.moxa.com/warranty)

## Dimensions

### EDS-516A Series

Unit: mm (inch)



## Ordering Information

Available Models		Port Interface				
Standard Temperature (0 to 60°C)	Wide Temperature (-40 to 75°C)	10/100BaseT(X)	100BaseFX			
			Multi-Mode, SC Connector	Multi-Mode, ST Connector	Single-Mode, SC Connector	Single-Mode, SC Connector, 80 km
EDS-505A/508A Series						
EDS-505A/508A	EDS-505A/508A-T	5/8	–	–	–	–
EDS-505A/508A-MM-SC	EDS-505A/508A-MM-SC-T	3/6	2	–	–	–
EDS-505A/508A-MM-ST	EDS-505A/508A-MM-ST-T	3/6	–	2	–	–
EDS-505A/508A-SS-SC	EDS-505A/508A-SS-SC-T	3/6	–	–	2	–
EDS-508A-SS-SC-80	–	6	–	–	–	2
EDS-516A Series						
EDS-516A	EDS-516A-T	16	–	–	–	–
EDS-516A-MM-SC	EDS-516A-MM-SC-T	14	2	–	–	–
EDS-516A-MM-ST	EDS-516A-MM-ST-T	14	–	2	–	–

### Optional Accessories (can be purchased separately)

**MXview:** Moxa industrial network management software with 50, 100, 250, 500, 1000, or 2000 nodes

**EDS-SNMP OPC Server Pro:** OPC server software that works with all SNMP devices

**ABC-01:** Configuration backup and restoration tool for managed Ethernet switches, 0 to 60°C operating temperature

**DR-4524/75-24/120-24:** 45/75/120 W DIN-rail 24 VDC power supplies

**MDR-40-24/60-24:** 40/60 W DIN-rail 24 VDC power supplies, -20 to 70°C operating temperature

**RK-4U:** 4U-high 19-inch rack-mounting kit

**WK-46:** Wall-mounting kit, 2 plates with 8 screws

### Package Checklist

- EDS-505A or EDS-508A or EDS-516A switch
- Serial Cable: CN20070
- Protective caps for unused ports
- Documentation and software CD
- Hardware installation guide (printed)
- Warranty card

## Anexo V – Relatório do *Loop Auto Tuner*

Tag: PICB4LAB20BP001  
 Description: Rég. Delta Pres. Eau Alim.  
 Controller type: PI  
 Target speed: Normal

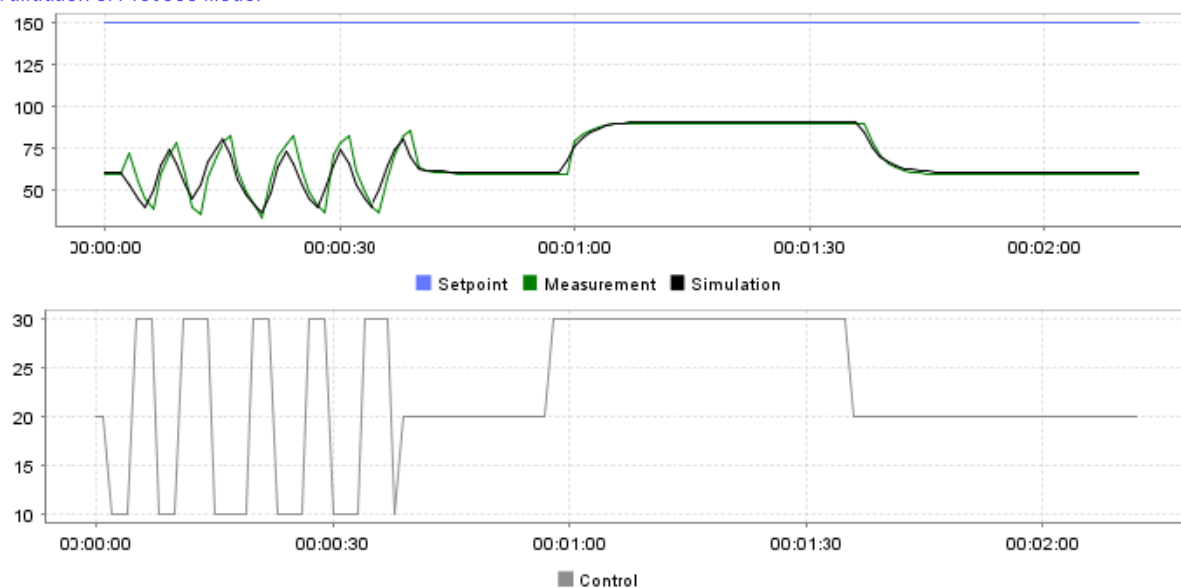
Tuning parameters:

	Old	New
Kp:	10	0.23
Ti:	5	2.26
Td:	0.6	0

Process Model:

Gain (K)	1.01
Time constant (T)	2.26
Delay (L)	2.36

Validation of Process Model



Step Test Simulation

